

(51)Int.Cl.⁵
F 0 2 D 41/22識別記号 庁内整理番号
3 0 5 K 9039-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全29頁)

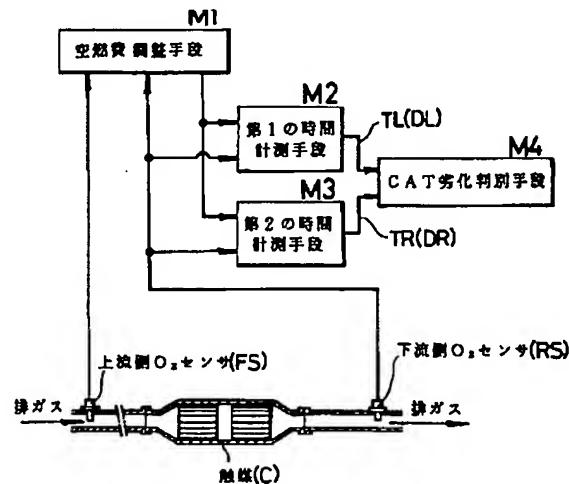
(21)出願番号	特願平3-271203	(71)出願人 000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22)出願日	平成3年(1991)10月18日	(72)発明者 関 康成 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
		(72)発明者 佐藤 敏彦 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
		(72)発明者 熊谷 克裕 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
		(74)代理人 弁理士 落合 健 (外1名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】触媒の劣化判定装置

(57)【要約】

【目的】触媒のO₂ストレージ能力の特性を考慮して正確な触媒の劣化判定を行う。

【構成】空燃比制御手段M1が空燃比をリーン側に変化させた時点から、下流側O₂センサRSの出力がリッチからリーンに反転するまでの時間TLを第1の時間計測手段M2で計測するとともに、空燃比をリッチ側に変化させた時点から、下流側O₂センサRSの出力がリーンからリッチに反転するまでの時間TRを第2の時間計測手段M3で計測し、触媒劣化判定手段M4は前記時間TLとTRの平均値が所定時間よりも短くなったときに触媒の劣化判定を行う。前記時間TL、TRをTL→TRの順に連続して計測することにより、触媒がO₂およびNO_xを吸着する時間とCOおよびHCを吸着する時間の両方が適切に考慮されるため、触媒のO₂ストレージ能力の精密に検出して正確な触媒の劣化判定を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 触媒（C）を排気系に配したエンジン（E）の排気浄化システムにおいて、触媒（C）の上流側の排気通路に設けられ、エンジン（E）の空燃比を検出する上流側O₂ センサ（F S）と、

触媒の（C）下流側の排気通路に設けられ、エンジン（E）の空燃比を検出する下流側O₂ センサ（R S）と、

上流側O₂ センサ（F S）および下流側O₂ センサ（R S）の少なくとも一方の出力（F V_{O2}, R V_{O2}）に応じてエンジン（E）の空燃比を調整する空燃比調整手段（M 1）と、

空燃比調整手段（M 1）が空燃比を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させた時から、下流側O₂ センサ（R S）の出力（R V_{O2}）が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間（T L）を計測する第1の時間計測手段（M 2）と、

空燃比調整手段（M 1）が空燃比を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化させた時から、下流側O₂ センサ（R S）の出力（R V_{O2}）が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間（T R）を計測する第2の時間計測手段（M 3）と、

それら計測された時間（T L, T R）の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒（C）が劣化したと判別する触媒劣化判別手段（M 4）と、を備えた触媒の劣化判定装置において、

前記触媒劣化判別手段（M 4）が、第1の時間計測手段（M 2）が計測した時間（T L）と、その時間（T L）に引き続いて第2の時間計測手段（M 3）が計測した時間（T R）との和もしくは平均に基づいて触媒（C）の劣化判別を行うように構成されたことを特徴とする、触媒の劣化判定装置。

【請求項2】 触媒（C）を排気系に配したエンジン（E）の排気浄化システムにおいて、

触媒（C）の上流側の排気通路に設けられ、エンジン（E）の空燃比を検出する上流側O₂ センサ（F S）と、

触媒の（C）下流側の排気通路に設けられ、エンジン（E）の空燃比を検出する下流側O₂ センサ（R S）と、

上流側O₂ センサ（F S）および下流側O₂ センサ（R S）の少なくとも一方の出力（F V_{O2}, R V_{O2}）に応じてエンジン（E）の空燃比を調整する空燃比調整手段（M 1）と、

空燃比調整手段（M 1）が空燃比を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させた後、上流側O₂ センサ（F S）の出力（F V_{O2}）が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転してから、下流側O₂ センサ（R S）の出力（R V_{O2}）が理論空燃比に対してリッチから

リーンに反転するまでの時間差（D L）を計測する第1の時間計測手段（M 2）と、

空燃比調整手段（M 1）が空燃比を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化させた後、上流側O₂ センサ（F S）の出力（F V_{O2}）が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転してから、下流側O₂ センサ（R S）の出力（R V_{O2}）が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間差（D R）を計測する第2の時間計測手段（M 3）と、

それら計測された時間差（D L, D R）の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒（C）が劣化したと判別する触媒劣化判別手段（M 4）と、を備えた触媒の劣化判定装置において、

前記触媒劣化判別手段（M 4）が、第1の時間計測手段（M 2）が計測した時間差（D L）と、その時間差（D L）に引き続いて第2の時間計測手段（M 3）が計測した時間差（D R）との和もしくは平均に基づいて触媒（C）の劣化判別を行うように構成されたことを特徴とする、触媒の劣化判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】 本発明は、排気ガスを浄化すべくエンジンの排気系に設けられた触媒の劣化判定に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 エンジンの排気ガスを浄化する触媒の劣化を判定する手段として、触媒の上流および下流にO₂ センサを設け、エンジンへの供給空燃比を変化させてから下流側O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ、あるいは理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化するまでの時間を計測する方法（例えば、特開平2-30915号公報、特開平2-33408号公報、特開平2-207159号公報参照）、エンジンの空燃比を変化させてから上流側O₂ センサの出力と下流側O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ、あるいは理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化する時間差を計測する方法（特開平2-310453号公報参照）が知られている。これらO₂ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ、あるいは理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化する時間に基づいて触媒の劣化を判定する手法の殆どは、判定結果のバラツキを防止すべく、O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチへ変化する時間（あるいは時間差）および出力が理論空燃比に対してリッチからリーンへ変化する時間（あるいは時間差）の和あるいは平均を取って触媒の劣化を判定している。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記いずれの技術も、O₂ センサの出力に基づいて触媒のO₂ ストレージ能力を間接的に測定することにより、その触媒の

劣化を判定している。したがって、触媒のO₂ストレージ能力の特性を良く把握して該O₂ストレージ能力を正確に測定することが、判定結果のバラツキを防止する上で重要である。

【0004】本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、触媒のO₂ストレージ能力をO₂センサの出力に応じて計測する手法において、そのO₂ストレージ能力の特性を考慮して精度の高い触媒の劣化判定を行うことを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するためには、本発明は図1のクレーム対応図に示す構成を備える。

【0006】すなわち本発明は、触媒を排気系に配したエンジンの排気浄化システムにおいて、触媒の上流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する上流側O₂センサと、触媒の下流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する下流側O₂センサと、上流側O₂センサおよび下流側O₂センサの少なくとも一方の出力に応じてエンジンの空燃比を調整する空燃比調整手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させた時から、下流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間を計測する第1の時間計測手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化させた時から、下流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間を計測する第2の時間計測手段と、それら計測された時間の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と、を備えた触媒の劣化判定装置において、前記触媒劣化判別手段が、第1の時間計測手段が計測した時間と、その時間に引き続いで第2の時間計測手段が計測した時間との和もしくは平均に基づいて触媒の劣化判別を行うように構成されたことを第1の特徴とする。

【0007】また本発明は、触媒を排気系に配したエンジンの排気浄化システムにおいて、触媒の上流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する上流側O₂センサと、触媒の下流側の排気通路に設けられ、エンジンの空燃比を検出する下流側O₂センサと、上流側O₂センサおよび下流側O₂センサの少なくとも一方の出力に応じてエンジンの空燃比を調整する空燃比調整手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化させた後、上流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転してから、下流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間差を計測する第1の時間計測手段と、空燃比調整手段が空燃比を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化させた後、上流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリ

ッチに反転してから、下流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間差を計測する第2の時間計測手段と、それら計測された時間差の和もしくは平均が所定時間以下の時に触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と、を備えた触媒の劣化判定装置において、前記触媒劣化判別手段が、第1の時間計測手段が計測した差時間と、その時間差に引き続いで第2の時間計測手段が計測した差時間との和もしくは平均に基づいて触媒の劣化判別を行うように構成されたことを第2の特徴とする。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0009】図2は本発明の触媒の劣化判定装置が適用される燃料供給制御装置の全体の構成図であり、エンジンEの吸気管1の途中にはスロットルボディ2が設けられ、その内部にはスロットル弁3が配されている。スロットル弁3にはスロットル弁開度(θ_{TH})センサ4が連結されており、当該スロットル弁3の開度θ_{TH}に応じた電気信号を電子制御ユニットUに供給する。

【0010】燃料噴射弁5はエンジンEとスロットル弁3との間且つ吸気弁6の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各燃料噴射弁5は図示しない燃料ポンプに接続されるとともに、電子制御ユニットUに電気的に接続されて該電子制御ユニットUからの信号により燃料噴射の開弁時間が制御される。

【0011】一方、スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管内絶対圧力(P_b)センサ7が設けられており、この絶対圧力センサ7により検出された絶対圧力P_bは電気信号に変換されて電子制御ユニットUに供給される。また、その下流には吸気温(T_a)センサ8が取り付けられており、この吸気温センサ8により検出された吸気温T_aは電気信号に変換されて電子制御ユニットUに供給される。

【0012】エンジンEの本体に装着された冷却水温(T_w)センサ9はサーミスタ等から成り、冷却水温T_wを検出して対応する電気信号を電子制御ユニットUに供給する。エンジン回転数(N_e)センサ10はエンジンEの図示しないカム軸周囲又はクランク軸周囲に取り付けられており、該クランク軸の所定のクランク角度位置でパルス(以下「TDC信号パルス」という)を出力し、電子制御ユニットUに供給する。電子制御ユニットUには車速を検出する車速(V_h)センサ11が接続されており、車速V_hを示す電気信号が供給される。

【0013】排気管12における触媒Cの上流位置には、排気成分濃度検出器としての上流側O₂センサF_Sが装着されるとともに、触媒Cの下流位置には下流側O₂センサR_Sが装着され、それぞれ排気ガス中の酸素濃度を検出してその検出値に応じた電気信号(FV_{O2}, RV_{O2})が電子制御ユニットUに供給される。また触媒C

にはその温度を検出する触媒温度 (T_{CAT}) センサ 1 3 が装着され、検出された触媒温度 T_{CAT} に対応する電気信号は電子制御ユニット U に供給される。

【0014】電子制御ユニット U は各種センサからの入力信号波形を成形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路 1 4、中央演算処理回路（以下「CPU」という）1 5、CPU 1 5 での演算に使用される各種演算プログラムや各種基準値が記憶される ROM 1 6、検出された前記各種エンジンパラメータ信号や演算結果が一時的に記憶される RAM 1 7、および前記燃料噴射弁 5 に駆動信号を供給する出力回路 1 8 等から構成される。

【0015】CPU 1 5 は上述の各種エンジンパラメータ信号に基づいて、後述するようにフィードバック制御領域やフィードバック制御を行わない複数の特定運転領域（以下「オープンループ制御領域」という）の種々のエンジン運転状態を判別するとともに、該判別されたエンジン運転状態に応じ、次式（1）に基づき、前記 TDC 信号パルスに同期する燃料噴射弁 5 の燃料噴射時間 T_{OUT} を演算する。

【0016】

$$T_{OUT} = T_i \times K_{O2} \times K_{LS} \times K_1 + K_2 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここに、 T_i は燃料噴射弁 5 の基本燃料噴射時間であり、エンジン回転数 N_e 及び吸気管内絶対圧 P_b に応じて決定される。

【0017】 K_{O2} は O_2 フィードバック補正係数（以下、単に「補正係数」という）であり、フィードバック制御時、排気ガス中の酸素濃度に応じて求められ、更にオープンループ制御領域では各運転領域に応じて設定される。

【0018】 K_{LS} はエンジン E がオープンループ制御領域のうち、リーン化領域又はフューエルカット領域、すなわち所定の減速運転領域にあるときに値 1.0 未満の所定値（例えば 0.95）に設定されるリーン化係数である。

【0019】 K_1 及び K_2 は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される補正係数および補正変数であり、エンジン運転状態に応じた燃費特性、エンジン加速特性等の諸特性の最適化が図られるような所定値に決定される。

【0020】CPU 1 5 は上述のようにして求めた燃料噴射時間 T_{OUT} に基づいて燃料噴射弁 5 を開弁させる駆動信号を出力回路 1 8 を介して燃料噴射弁 5 に供給する。

【0021】図 3 および図 4 はエンジン E がフィードバック制御領域および複数のオープンループ制御領域のいずれの運転状態にあるかを判別するとともに、判別された運転状態に応じて補正係数 K_{O2} を設定するプログラムのフローチャートを示す。本プログラムは、TDC 信号

パルスの発生時に、これと同期して実行される。

【0022】まず、ステップ 1 0 1 においてフラグ n_{O2} が値 1 に等しいか否かを判別する。該フラグ n_{O2} は上流側 O_2 センサ FS および下流側 O_2 センサ RS が活性化状態にあるかを判別するためのもので、前記ステップ 1 0 1 の答が (Yes) である場合、すなわち両 O_2 センサ FS, RS が活性化状態にあると判別されたときには、ステップ 1 0 2 で冷却水温 T_w が所定水温 T_{w02} より高いか否かを判別する。この答が (Yes)、すなわち $T_w > T_{w02}$ が成立し、エンジン E が暖機を完了しているときには、ステップ 1 0 3 でフラグ FLG_{WOT} が値 1 に等しいか否かを判別する。このフラグ FLG_{WOT} は、図示しないプログラムにより、エンジン E が供給燃料量を増量すべき高負荷領域にあると判別されたときに値 1 にセットされるものである。

【0023】前記ステップ 1 0 3 の答が (No)、すなわちエンジン E が前記高負荷領域にないときには、ステップ 1 0 4 でエンジン回転数 N_e が高回転側の所定回転数 N_{HOP} より大きいか否かを判別し、この答が (No) のときには更に、ステップ 1 0 5 でエンジン回転数 N_e が低回転側の所定回転数 N_{LOP} より大きいか否かを判別する。この答が (Yes)、すなわち $N_{LOP} < N_e \leq N_{HOP}$ が成立するときには、ステップ 1 0 6 でリーン化係数 K_{LS} が値 1.0 未満であるか否か、すなわちエンジン E が所定の減速運転領域にあるか否かを判別する。このステップ 1 0 6 の答が (No) のときには、ステップ 1 0 7 でエンジン E がフューエルカットの実行中であるか否かを判別する。この答が (No) のときには、エンジン E がフィードバック制御領域にあると判別し、更にステップ 1 0 8 でエンジン運転状態が触媒 C のモニタを許可する状態にあるか否かを判別する。この答が (Yes)、すなわちモニタが許可されれば、ステップ 1 0 9 で後述の第 2 の空燃比調整手段によって下流側 O_2 センサ RS の出力電圧 RV_{O2} に基づいて前記補正係数 K_{O2} を制御するとともに、触媒 C の劣化をモニタし、本プログラムを終了する。

【0024】一方、前記ステップ 1 0 8 の答が (No)、すなわち触媒 C のモニタが許可されないときには、ステップ 1 1 0 で前回モニタ中であるか否かを判別する。その答が (No)、すなわち継続してモニタが行われていないときには、ステップ 1 1 1 で後述の第 1 の空燃比調整手段によって上流側 O_2 センサ FS と下流側 O_2 センサ RS の出力 RV_{O2} 、 RV_{O2} に基づいて前記補正係数 K_{O2} を制御するとともに、補正係数 K_{O2} の平均値 K_{REF} を算出して本プログラムを終了する。

【0025】前記ステップ 1 0 5 の答が (No)、すなわち $N_e \leq N_{LOP}$ が成立しエンジン E が低回転領域にあるとき、前記ステップ 1 0 6 の答が (Yes)、すなわちエンジン E が所定の減速運転領域にあるとき、または前記ステップ 1 0 7 の答が (Yes)、すなわちエンジン E がフュ

ーエルカットの実行中であるときにはステップ112に進む。このステップ112では、当該ループを所定時間 t_D 継続したか否かを判別し、この答が(No)のときには、ステップ113で補正係数 K_{O2} を当該ループへ移行する直前の値にホールドする一方、答が(Yes)のときには、ステップ114で補正係数 K_{O2} を値1.0に設定してオープンループ制御を行い、本プログラムを終了する。すなわち、前記ステップ105～107のいずれかの条件によってエンジンEがフィードバック制御領域からオープンループ制御領域へ移行した場合、補正係数 K_{O2} は、該移行後所定時間 t_D が経過するまでは該移行直前のフィードバック制御時に算出された値にホールドされる一方、所定時間 t_D が経過した後は値1.0に設定される。

【0026】前記ステップ102の答が(No)、すなわちエンジンEが暖機を完了していないとき、前記ステップ103の答が(Yes)、すなわちエンジンEが高負荷領域にあるとき、または前記ステップ104の答が(Yes)、すなわちエンジンEが高回転領域にあるときには、前記ステップ114に進み、オープンループ制御を実行して本プログラムを終了する。

【0027】前記ステップ101の答が(No)、すなわち両 O_2 センサFS, RSが不活性状態にあると判別されたとき、および前記ステップ110の答が(Yes)、すなわち今回初めてモニタが不許可になったときには、ステップ115に進み、エンジンEがアイドル領域にあるか否かを判別する。この判別は、例えばエンジン回転数 N_e が所定回転数以下で且つスロットル弁開度 θ_{TH} が所定開度以下であるか否かを判別することにより行われる。このステップ115の答が(Yes)、すなわちエンジンEがアイドル領域にあるときには、ステップ116で補正係数 K_{O2} をアイドル領域用の平均値 K_{REF0} に設定し、オープンループ制御を実行して本プログラムを終了する。

【0028】前記ステップ115の答が(No)、すなわちエンジンEがアイドル領域以外の運転領域(以下「オフアイドル領域」という)にあるときには、ステップ117に進み、補正係数 K_{O2} をオフアイドル領域用の平均値 K_{REF1} に設定する。

【0029】図5および図6は、フィードバック制御時に図3のステップ11において実行される補正係数 K_{O2} の算出サブルーチンのフローチャートを示す。

【0030】まず、ステップ201で前回の制御がオープンループ制御であったか否かを判別し、この答が(Yes)のときには、ステップ202で前回の制御で補正係数 K_{O2} の値を、図3のステップ113の実行によりホールドしたか否かを判別する。この答が(Yes)のときには、ステップ203で補正係数 K_{O2} の値を引き続きホールドし、後述するステップ223以下の積分制御(I項制御)を行う。前記ステップ202の答が(No)、すなわ

ち前回の制御で補正係数 K_{O2} の値をホールドしなかったときには、ステップ204でエンジンEがアイドル領域にあるか否かを判別する。この答が(Yes)、すなわちエンジンEがアイドル領域にあるときには、ステップ205で補正係数 K_{O2} の値をアイドル領域用の平均値 K_{REF0} に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。

【0031】前記ステップ204の答が(No)、すなわちエンジンEがオフアイドル領域にあるときには、ステップ206で前回の制御においてスロットル弁開度 θ_{TH} がアイドルスロットル弁開度 θ_{IDL} より大きかったか否かを判別する。この答が(Yes)のときには、ステップ207で補正係数 K_{O2} を、オフアイドル領域用の平均値 K_{REF1} に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。

【0032】前記ステップ206の答が(No)、すなわち前回の制御において $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ が成立していたときには、更にステップ208で今回のスロットル弁開度 θ_{TH} が前記アイドルスロットル弁開度 θ_{IDL} より大きいか否かを判別する。この答が(Yes)、すなわち前回 $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ で今回 $\theta_{TH} > \theta_{IDL}$ となったときには、ステップ209で補正係数 K_{O2} を、前記オフアイドル領域用の平均値 K_{REF1} とリッチ化所定値 C_R との積 $C_R \times K_{REF1}$ に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。ここに、リッチ化所定値 C_R は1.0より大きい値に設定されるものである。

【0033】前記ステップ208の答が(No)、すなわち $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ が成立するときには、ステップ210でエンジン冷却水温 T_w が所定温度 T_{wCL} (例えば70°C)より大きいか否かを判別する。その答が(Yes)、すなわち $T_w > T_{wCL}$ が成立し、したがってエンジン冷却水温 T_w が低温域にないときには、前記ステップ205に進む。

【0034】前記ステップ210の答が(No)、すなわち $T_w \leq T_{wCL}$ が成立し、したがってエンジン冷却水温が低温域にあるときには、ステップ211で補正係数 K_{O2} を、前記アイドル領域用の平均値 K_{REF0} とリーン化所定値 C_L との積 $C_L \times K_{REF0}$ に設定し、前記ステップ223以下の積分制御を行う。ここに、リーン化所定値 C_L は1.0より小さい値に設定されるものである。

【0035】前記ステップ201の答が(No)、すなわち前回の制御がフィードバック制御であったときには、ステップ212で前回の制御においてスロットル弁開度 θ_{TH} が前記アイドルスロットル弁開度 θ_{IDL} より大きかったか否かを判別する。この答が(No)のときには、ステップ213で更に今回のスロットル弁開度 θ_{TH} が前記アイドルスロットル弁開度 θ_{IDL} より大きいか否かを判別する。その答が(Yes)のときには、前記ステップ208の答が(Yes)のときと同様に前記ステップ209に進み、補正係数 K_{O2} を前記オフアイドル領域用の平均値 K_{REF1} とリッチ化所定値 C_R との積 $C_R \times K_{REF1}$ に設定す

る。

【0036】前記ステップ212の答が(Yes)、すなわち前回の制御において $\theta_{TH} > \theta_{IDL}$ が成立したとき、または前記ステップ213の答が(No)、すなわち今回 $\theta_{TH} \leq \theta_{IDL}$ が成立するときには、ステップ214で上流側O₂センサFSの出力レベルが反転したか否かを判別する。その答が(No)のときには、ステップ215で後述の補正項 ΔK_R 、 ΔK_L を求め、前記ステップ223以下の積分制御を行う。

【0037】さて、前記ステップ214の答が(Yes)、すなわち上流側O₂センサFSの出力レベルが反転したときには比例制御(P項制御)を行う。まずステップ216で上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}が前述した基準電圧値V_{REF}より低いか否かを判別し、この答が(Yes)、すなわちFV_{O2} < V_{REF}が成立するときには、ステップ217で図19に示す下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}に基づいて補正項P_Rを検索し、ステップ218で前記補正項P_Rを補正係数K_{O2}に加算する比例制御が行われる。一方前記ステップ216の答が(No)のときには、同じくステップ219で図19に示す下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}に基づいて補正項P_Lを検索し、ステップ220で前記補正項P_Lを補正係数K_{O2}から減算する比例制御が行われる。

【0038】前記補正項P_Rは上流側O₂センサFSの出力FV_{O2}が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転したときに、前記補正係数K_{O2}をステップ状に増加させて空燃比をリッチ側に移行させるためのもので、その際に下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が参照され、その出力電圧RV_{O2}がリッチ側に偏倚している程前記補正項P_Rが小さくなり、逆に出力電圧RV_{O2}がリーン側に偏倚している程前記補正項P_Rが大きくなるように設定される。また前記補正項P_Lは上流側O₂センサFSの出力FV_{O2}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転したときに、前記補正係数K_{O2}をステップ状に減少させて空燃比をリーン側に移行させるためのもので、その際に下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が参照され、その出力電圧RV_{O2}がリッチ側に偏倚している程前記補正項P_Lが大きくなり、逆に出力電圧RV_{O2}がリーン側に偏倚している程前記補正項P_Lが小さくなるように設定される。このように、上流側O₂センサFSの出力FV_{O2}と下流側O₂センサRSの出力電圧RF_{O2}の両方にに基づいて、補正係数K_{O2}のきめ細かな比例制御が行われる(図17および図18の通常F/Bモード参照)。

【0039】次に、ステップ221で前記ステップ218または220で設定した補正係数K_{O2}のリミットチェックを行う。すなわち、補正係数K_{O2}が所定の範囲内にあるか否かをチェックし、該所定の範囲内になければ上限値又は下限値に補正係数K_{O2}を保持する。そして最後に、ステップ222で補正係数K_{O2}の平均値K_{REF}を算

出して本プログラムを終了する。

【0040】次に、ステップ223以下の積分制御について説明する。まずステップ223で上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}が前記基準電圧値V_{REF}より小さいか否かを判別し、この答が(Yes)、すなわちFV_{O2} < V_{REF}が成立するときには、ステップ224において本ステップを実行する毎にカウント数N_{IL}に値2を加算し、ステップ225で前記カウント数N_{IL}が所定値N_Iに達したか否かを判別する。この答が(No)のときは、ステップ226で補正係数K_{O2}をその直前の値に保持し、また答が(Yes)のときには、ステップ227で補正係数K_{O2}に前記補正項 ΔK_R を加算するとともに、ステップ228で前記カウント数N_{IL}を0にリセットして、N_{IL}がN_Iに達する毎に補正係数K_{O2}に所定値 ΔK_R を加算する。

【0041】このように、上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}が前記基準電圧値V_{REF}より小さい状態、すなわち空燃比のリーン状態が継続するときには、補正係数K_{O2}は前記カウント数N_{IL}が所定値N_Iに達する毎に所定値 ΔK_R だけ増加され、空燃比をリッチ化する方向に制御される。

【0042】一方、前記ステップ223の答が(No)、すなわちFV_{O2} ≥ V_{REF}が成立するときには、ステップ229において本ステップを実行する毎にカウント数N_{IH}に値2を加算し、ステップ230で前記カウント数N_{IH}が所定値N_Iに達したか否かを判別する。この答が(No)のときには前記ステップ226を実行して補正係数K_{O2}をその直前の値に保持し、(Yes)のときには、ステップ231で補正係数K_{O2}から前記補正項 ΔK_L を減算するとともに、ステップ232で前記カウント数N_{IH}を0にリセットし、このカウント数N_{IH}が所定値N_Iに達する毎に補正係数K_{O2}から所定値 ΔK_L を減算する。

【0043】このように、上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}が前記基準電圧値V_{REF}以上の状態、すなわち空燃比のリッチ状態が継続するときには、補正係数K_{O2}は前記カウント数N_{IH}が所定値N_Iに達する毎に所定値 ΔK_L だけ減少され、空燃比をリーン化する方向に制御される。

【0044】前記補正項 ΔK_L 、 ΔK_R は、図20に示すように下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}を考慮して決定される。すなわち、前記補正項 ΔK_R は上流側O₂センサFSの出力FV_{O2}が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転した後に、前記補正係数K_{O2}を段階的に増加させて空燃比をリッチ側に移行させるためのものであるが、その際に下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が参照され、その出力電圧RV_{O2}がリッチ側に偏倚している程前記補正項 ΔK_R が小さくなり、逆に出力電圧RV_{O2}がリーン側に偏倚している程前記補正項 ΔK_R が大きくなるように設定される。また前記補正項 ΔK_L は上流側O₂センサFSの出力FV_{O2}が理論空燃比に

対してリーンからリッチに反転した後に、前記補正係数 K_{O_2} を段階的に減少させて空燃比をリーン側に移行させるためのものであるが、その際に下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R V_{O_2}$ が参照され、その出力電圧 $R V_{O_2}$ がリッチ側に偏倚している程前記補正項 ΔK_L が大きくなり、逆に出力電圧 $R V_{O_2}$ がリーン側に偏倚している程前記補正項 ΔK_L が小さくなるように設定される。このように、上流側 O_2 センサ F S の出力 $F V_{O_2}$ と下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R F_{O_2}$ の両方を参照することにより、補正係数 K_{O_2} のきめ細かな積分制御が行われる（図 17 および図 18 の通常 F / B モード参照）。

【0045】次に、触媒の劣化モニタについて説明する。

【0046】前述のように、図 3 のフローチャートにおいて、ステップ 108 で触媒 C のモニタ許可がなされないときには、上流側 O_2 センサ F S の出力電圧 $F V_{O_2}$ と下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R V_{O_2}$ とに基づき、第 1 の空燃比調整手段によってフィードバック制御が行われる（図 5、図 6 のフローチャート参照）。一方、前記ステップ 108 で触媒 C のモニタが許可されると、ステップ 109 で触媒 C のモニタモードが実行される。以下、その内容を図 7～図 16 のフローチャートを参照して詳述する。

【0047】触媒 C の劣化モニタは第 2 の空燃比調整手段によって行われるもので、その際に前記第 1 の空燃比調整手段によるフィードバック制御が上流側 O_2 センサ F S の出力電圧 $F V_{O_2}$ と下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R V_{O_2}$ の両方に基づいて行われていたのに対し、この第 2 の空燃比調整手段によるフィードバック制御は下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R V_{O_2}$ のみに基づいて行われる。そして補正係数 K_{O_2} を理論空燃比に対してリッチ側からリーン側にスキップさせるためのスペシャル P 項 P_{LSP} が発生してから、 O_2 濃度のリッチ→リーンの反転が確認されるまでの時間 T_L が検出されるとともに、補正係数 K_{O_2} を理論空燃比に対してリーン側からリッチ側にスキップさせるためのスペシャル P 項 P_{RSP} が発生してから、 O_2 濃度のリーン→リッチの反転が確認されるまでの時間 T_R が検出され、これら時間 T_L 、 T_R に基づいて触媒 C の劣化が判定される。

【0048】まず、図 7 のフローチャートに基づいて触媒劣化モニタの概略構成を説明し、その後から各ステップのサブルーチンを詳述する。

【0049】図 7において、最初にステップ 301 で触媒の劣化検出のために前提条件が成立しているか否かが判別され、その答が（No）の場合には、ステップ 302 において、 n_{TL} （ T_L 計測回数、すなわち前記時間 T_L が計測された合計回数）、 n_{TR} （ T_R 計測回数、すなわち前記時間 T_R が計測された合計回数）、 TL_{SUM} （ T_L 合計値、すなわち複数回計測された T_L の合計時間）、 TR_{SUM} （ T_R 合計値、すなわち複数回計測され

た T_R の合計時間）がゼロにセットされる。続いてステップ 303 で前述の第 1 の空燃比調整手段によって前述の通常のフィードバック制御が行われる。なお、触媒 C の劣化モニタ実行中に前提条件を外れた場合には、フィードバック制御の初期値として K_{REF} が用いられる。

【0050】前記ステップ 301 の答が（Yes）のとき、すなわち触媒 C の劣化モニタの前提条件が成立しているときには、ステップ 304 で前記 T_R 計測回数 n_{TR} が所定値以上であるかが判別される。ステップ 304 の答が（Yes）の場合には、触媒 C の劣化判定のためのデータが準備されたとして、ステップ 305 で劣化判定処理 B が実行され、ステップ 306 でモニタを終了して通常のフィードバック制御に復帰する。この場合にも、フィードバック制御の初期値として K_{REF} が用いられる。

【0051】前記ステップ 304 の答が（No）の場合には、触媒 C の劣化判定のためのデータが準備されていないとして、以下のステップ 307～315 が実行される。すなわち、先ずステップ 307 でモニタが許可されてから最初のスペシャル P 項 P_{LSP} 、 P_{RSP} が発生したかが判別される。モニタが未だスタートしていない場合には答が（No）となり、ステップ 308 でモニタスタート処理が実行される。一方、前記ステップ 307 の答が（Yes）であって既に最初のスペシャル P 項 P_{LSP} 、 P_{RSP} が発生していれば、ステップ 309 で下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R V_{O_2}$ が反転したかが判別される。ステップ 309 の答が（Yes）であれば、ステップ 310 で $R V_{O_2}$ 反転時の処理、すなわち T_L 計測回数 n_{TL} あるいは T_R 計測回数 n_{TR} のインクリメント、リーンディレイタイム t_{LD} （ $R V_{O_2}$ が反転してからスペシャル P 項 P_{LSP} を発生させるまでの時間を計測）あるいはリッチディレイタイム t_{RD} （ $R V_{O_2}$ が反転してからスペシャル P 項 P_{RSP} を発生させるまでの時間を計測）のスタート、およびスペシャル P 項 P_{LSP} 、 P_{RSP} の発生が実行される。

【0052】一方、前記ステップ 309 の答が（No）の場合には、ステップ 314 で劣化判定処理 A が開始され、続くステップ 315 の答が（Yes）で正常が確認されると、ステップ 306 に移行してモニタを終了する。一方、前記ステップ 315 の答が（No）で正常が確認できなければ、ステップ 311 に移行する。ステップ 311 では、モニタが許可されてから一度でも下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 $R V_{O_2}$ が反転したか否かが判別される。前記ステップ 311 の答が（No）の場合、すなわちモニタが許可されてから最初の反転が行われる前であれば、ステップ 312 でスタート後の反転待ち処理が実行される一方、ステップ 311 の答が（Yes）の場合、すなわちスタート後に 1 回以上の反転を経た後であれば、ステップ 313 で $R V_{O_2}$ 反転待ち処理が実行される。これらステップ 312、313 では、いずれも補正係数 K_{O_2} に対してスペシャル I 項 I_{LSP} の加算あるいはスペシャ

ル I 項 I_{RSP} の減数が行われる。しかしながら、ステップ 313 で前記時間 T_L , T_R の計測が行われるのに対し、ステップ 312 ではその計測が行われない。これは、スタート後の反転待ちの継続時間が、モニタが許可されるタイミングにより左右されるため、前記時間 T_L , T_R を計測しても無意味であるためである。

【0053】次に、前述の図 7 のフローチャートにおけるステップ 301, 308, 312, 313, 310, 314, 305 のサブルーチンを順次詳述する。

【0054】図 8 は前記図 7 のフローチャートのステップ 301 のサブルーチン（モニタ前条件）を示すもので、先ずステップ 401 でモニタ開始のためのエンジン E の運転状態が確認される。すなわち、吸気温センサ 8 の出力 T_a が $60^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるか、冷却水温センサ 9 の出力 T_w が $60^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるか、エンジン回転数センサ 10 の出力 N_e が $2800\text{ r p m} \sim 3200\text{ r p m}$ の範囲にあるか、吸気管内絶対圧力センサ 7 の出力 P_b が $-350\text{ mmHg} \sim -250\text{ mmHg}$ の範囲にあるか、車速センサ 11 の出力 V_h が $32\text{ km/h} \sim 80\text{ km/h}$ の範囲にあるか、触媒温度センサ 13 の出力 T_{CAT} が $400^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ の範囲にあるかがチェックされる。続いてステップ 402 で車速が一定状態にあるか、すなわち車速センサ 11 の出力 V_h の変動が 0.8 km/s 以下の状態が所定時間（例えば 2 秒）継続したかが判別される。次にステップ 403 でモニタが許可される前の所定時間（例えば 10 秒）間フィードバック制御が行われていたかが判別される。更にステップ 404 で所定時間（例えば 2 秒）経過したかが判別される。

【0055】而して、上記ステップ 401 ～ 404 の答が全て (Yes) の場合に、ステップ 405 でモニタが許可されて図 7 のフローチャートのステップ 304 に移行し、いずれかの答が (No) の場合に、ステップ 406 でモニタが不許可とされて図 7 のフローチャートのステップ 302 に移行する。

【0056】図 9 は前記図 7 のフローチャートのステップ 308 のサブルーチン（モニタスタート処理）を示すもので、先ずステップ 501 で下流側 O_2 センサ RS の出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} と比較され、その答が (Yes) であって出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} を下回っている場合、すなわち下流側 O_2 センサ RS の検出した O_2 濃度がリーン状態である場合には、ステップ 502 で補正係数 K_{O2} の直前値にスペシャル P 項 P_{RSP} を加算する比例制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側にステップ状に増加させる。一方、前記ステップ 501 の答が (No) であって出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} 以上である場合、すなわち下流側 O_2 センサ RS の検出した O_2 濃度がリッチ状態である場合には、ステップ 503 で補正係数 K_{O2} の直前値からスペシャル P 項 P_{LSP} を減算する比例制御が行われ、これにより空燃比をリーン側にステップ状に減少させる。

シ側にステップ状に減少させる。

【0057】図 10 は前記図 7 のフローチャートのステップ 312 のサブルーチン（スタート後の反転待ち処理）を示すもので、このフローは前述の図 9 のフロー（モニタスタート処理）の後に引き続いて実行されるものである。先ずステップ 601 で下流側 O_2 センサ RS の出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} と比較され、その答が (Yes) であって出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} を下回っているとき、すなわち下流側 O_2 センサ RS の検出した O_2 濃度がリーン状態であるときには、ステップ 602 で補正係数 K_{O2} の直前値にスペシャル I 項 I_{RSP} を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。一方、前記ステップ 601 の答が (No) であって出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} 以上であるとき、すなわち下流側 O_2 センサ RS の検出した O_2 濃度がリッチ状態であるときには、ステップ 603 で補正係数 K_{O2} の直前値からスペシャル I 項 I_{LSP} を減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0058】図 11 および図 12 は前記図 7 のフローチャートのステップ 313 のサブルーチン（下流側 O_2 センサ反転待ち処理）を示すもので、このフローは下流側 O_2 センサ RS の出力電圧 RV_{O2} の反転を前程として実行されるものである。まずステップ 701 でリッチディレイタイム t_{RD} がカウントダウン中であるかタイムアップ後であるかが判別される。リッチディレイタイム t_{RD} は減算カウンタから構成され、下流側 O_2 センサ RS の出力電圧 RV_{O2} が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間にカウントダウンを開始し、所定の時間が経過するとタイムアップしてカウント値がゼロとなるものである。前記ステップ 701 の答が (No) でリッチディレイタイム t_{RD} のカウント値がゼロでないとき、すなわち該リッチディレイタイム t_{RD} がカウントダウン中であるときには、ステップ 702 で前述補正係数 K_{O2} の直前値にスペシャル I 項 I_{RSP} を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0059】一方、前記ステップ 701 の答が (Yes) である場合には、ステップ 703 で前回リッチディレイタイム t_{RD} がカウント値がゼロでないかが判別され、答が (Yes) であるとき、すなわち今回初めてリッチディレイタイム t_{RD} のカウント値がゼロになったときには、ステップ 704 で T_L の計測を開始するとともに、ステップ 705 で補正係数 K_{O2} からスペシャル P 項 P_{LSP} を減算する比例制御を行って空燃比をリーン側にステップ状に減少させる。また前記ステップ 703 の答が (No) である場合、すなわちリッチディレイタイム t_{RD} のカウント値が継続的にゼロである場合には、更にステップ 706 で T_L の計測中であるかが判別され、答が (Yes) である場合には、ステップ 707 で補正係数 K_{O2} からスペシャル P 項 P_{RSP} を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

ル I 項 I_{LSP} を減算する積分制御を行って空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0060】 続いて、ステップ 708 で上流側 O_2 センサ F S の出力信号 FV_{O2} が反転したか否かが判別され、その答が (Yes) であればステップ 709 で後述の時間差 DL の計測中であるか否かが判別される。その答が (No) であれば、ステップ 710 で時間差 DL の計測が開始される。

【0061】 続くステップ 711 では、リーンディレイタイム t_{LD} がカウント値がゼロであるかが判別され、その答が (No) である場合、すなわち該リーンディレイタイム t_{LD} がカウントダウン中である場合には、ステップ 712 で補正係数 K_{O2} の直前値からスペシャル I 項 I_{LSP} を減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0062】 一方、前記ステップ 711 の答が (Yes) である場合には、ステップ 713 で前回リーンディレイタイム t_{LD} のカウント値がゼロでないかが判別され、答が (Yes) である場合、すなわち今回初めてリーンディレイタイム t_{LD} のカウント値がゼロになったときには、ステップ 714 で TR の計測を開始するとともに、ステップ 715 で補正係数 K_{O2} にスペシャル P 項 P_{RSP} を加算する比例制御を行って空燃比をリッチ側にステップ状に増加させる。また前記ステップ 713 の答が (No) であるとき、すなわちリーンディレイタイム t_{LD} のカウント値が継続的にゼロであるときには、更にステップ 716 で TR の計測中であるかが判別され、答が (Yes) である場合には、ステップ 717 で補正係数 K_{O2} にスペシャル I 項 I_{RSP} を加算する積分制御を行って空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0063】 続いて、ステップ 718 で上流側 O_2 センサ F S の出力信号 FV_{O2} が反転したか否かが判別され、その答が (Yes) であればステップ 719 で後述の時間差 DR の計測中であるか否かが判別される。その答が (No) であれば、ステップ 720 で時間差 DR の計測が開始される。

【0064】 図 13 および図 14 は前記図 7 のフローチャートのステップ 310 のサブルーチン (下流側 O_2 センサ反転時処理) を示すもので、このフローは下流側 O_2 センサ R S の反転後に実行されるものである。まず、ステップ 801 で前回 TL の計測中であったか否かが判別され、その答が (Yes) であるときには、ステップ 802 で TL の計測を中止し、ステップ 803 で TL 合計値 TL_{SUM} に今回計測した TL を加算するとともに、 TL 計測数 n_{T1} をインクリメントする。

【0065】 続いて、ステップ 804 で前記図 11 のステップ 710 において計測を開始した時間差 DL の計測を終了し、ステップ 805 で DL 合計値 DL_{SUM} に今回計測した DL を加算するとともに、 DL 計測数 n_{D1} をインクリメントする。

【0066】 一方、前記ステップ 801 の答が (No) であるとき、すなわち前回 TL の計測中でなかったときには、ステップ 806 で前回 TR の計測中であったか否かが判別され、その答が (Yes) であるときには、ステップ 807 で TR の計測を中止し、ステップ 808 で TR 合計値 TR_{SUM} に今回計測した TR を加算するとともに、 TR 計測数 n_{TR} をインクリメントする。

【0067】 続いて、ステップ 809 で前記図 12 のステップ 720 において計測を開始した時間差 DR の計測を終了し、ステップ 810 で DR 合計値 DR_{SUM} に今回計測した DR を加算するとともに、 DL 計測数 n_{DR} をインクリメントする。

【0068】 そして、ステップ 811 で n_{TR} が 1 であつて且つステップ 812 で n_{T1} が 0 である場合には、ステップ 813 で TR_{SUM} をゼロにセットする。これは、 $TL \rightarrow TR$ の順で計測を行うために、若しも TR が最初に計測された場合にその TR をキャンセルするためである。

【0069】 続いて、ステップ 814 で下流側 O_2 センサ R S の出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} と比較され、その答が (Yes) であつて出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} を下回っているとき、ステップ 815 でリーンディレイタイム t_{LD} のカウントダウンを開始するとともに、ステップ 816 で補正係数 K_{O2} の直前値からスペシャル I 項 I_{LSP} を減算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリーン側に段階的に減少させる。

【0070】 一方、前記ステップ 814 の答が (No) であつて出力電圧 RV_{O2} が基準電圧 V_{REF} 以上であるとき、ステップ 817 でリッチディレイタイム t_{RD} のカウントダウンを開始するとともに、ステップ 818 で補正係数 K_{O2} の直前値にスペシャル I 項 I_{RSP} を加算する積分制御が行われ、これにより空燃比をリッチ側に段階的に増加させる。

【0071】 図 15 は図 7 のステップ 314 のサブルーチン (劣化判定処理 A) を示すもので、まずステップ 1001 でスペシャル P 項が発生してから次の反転が無いまま限界時間 t_{STRG} が経過したか否かが判別される。ここで前記限界時間 t_{STRG} と比較される時間 T として、前述の TL と TR の平均値 $(TL + TR) / 2$ が用いられる。そして、この平均値 $(TL + TR) / 2$ が限界時間 t_{STRG} よりも長い場合には、触媒 C の O_2 ストレージ能力が大であるとされ、前述の劣化判定処理 B を実行することなくステップ 1002 で触媒 C が良品であると判定される。尚、限界時間 t_{STRG} の計測については、図 17 および図 18 の表の右欄に記載されている。

【0072】 上記劣化判定処理 A で触媒 C が良品であると判定できる理由は以下の通りである。すなわち、触媒 C の劣化の程度が小さく O_2 ストレージ能力が高い程、第 2 の空燃比調整手段でフィードバック制御を行つたときに下流側 O_2 センサ R S の反転周期が延びる。し

たがって、下流側O₂センサRSが反転するまでの時間TL、TRの平均値が限界時間t_{STRG}よりも大きければ、触媒Cが良品であると判定することができる。また、触媒Cが良品であって前記反転周期が長くなると、ドライバビリティの悪化や排気ガス中の有害物質の増加が起きることが知られている。したがって、触媒Cが良品である場合にはモニタモードを即座に中止し、第2の空燃比調整手段から第1の空燃比調整手段に切り換えることにより、前記不都合を回避することができる。

【0073】これを図21のグラフに基づいて説明すると、ドライバビリティの悪化や排気ガス中の有害物質の増加を防止し得る限界時間t_{STRG}を設定し、前記TLとTRの平均値(TL+TR)/2が限界時間t_{STRG}を越えた場合に触媒Cが良品であると判断し、モニタモードが中止される。このグラフから、前記限界時間t_{STRG}を用いて触媒Cの良品を的確に識別できることが理解される。

【0074】図16は前記図7のフローチャートのステップ305のサブルーチン(劣化判定処理B)を示すもので、このフローはTR計測数n_{TR}が所定回数を越えたときに実行されるものである。まず、ステップ901でTL合計値をTL計測数で割った値(TL_{SUM}/n_{T1})と、TR合計値をTR計測数で割った値(TR_{SUM}/n_{TR})の平均値を演算して時間T_{CHK}を求める。

【0075】続いて、ステップS902で前記時間T_{CHK}が所定値よりも大きいか否かを判別し、その答が(Yes)であるときには、触媒CのO₂ストレージ能力が基準を上回っているとし、ステップ903で排気ガス浄化システムが一応正常であると判定する。一方、前記ステップS902の答が(No)であるときには、触媒CのO₂ストレージ能力が基準を下回っているとし、ステップ904で排気ガス浄化システムが異常であると判定する。

【0076】また、ステップ905でDL合計値をDL計測数で割った値(DL_{SUM}/n_{DL})と、DR合計値をDR計測数で割った値(DR_{SUM}/n_{DR})の平均値を演算して時間D_{CHK}を求める。

【0077】続いて、ステップS906で前記時間D_{CHK}が所定値よりも大きいか否かを判別し、その答が(Yes)であるときには、触媒CのO₂ストレージ能力が基準を上回っているとし、ステップ907で排気ガス浄化システムが正常であると判定する。一方、前記ステップS906の答が(No)であるときには、触媒CのO₂ストレージ能力が基準を下回っているとし、ステップ908で排気ガス浄化システムが異常であると判定する。

【0078】上記触媒Cの劣化モニタの作用を、図17および図18のタイムチャートを参照しながら更に説明する。

【0079】図17の時刻(1)において、エンジンEの運転状態が所定の条件を満たすと、第1の空燃比調整

手段が第2の空燃比調整手段に切り換えられて触媒Cのモニタモードに突入する。このとき、実線で示す下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が基準電圧V_{REF}以下(リーン状態)であると、スペシャルP項P_{RSP}により燃料補正係数K_{O2}がステップ状に増加し、それに続いて領域(2)および領域(4)でスペシャルI項I_{RSP}により燃料補正係数K_{O2}が段階的に増加する。その途中の時刻(3)において、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転すると、リッチディレイタイムt_{RD}がセットされてカウントダウンを開始する。リッチディレイタイムt_{RD}が時刻(5)においてタイムアップすると、今度はスペシャルP項P_{LSP}により燃料補正係数K_{O2}がステップ状に減少し、それに続いて領域(6)および領域(8)でスペシャルI項I_{LSP}により燃料補正係数K_{O2}が段階的に減少する。そして、前記リッチディレイタイムt_{LD}がタイムアップした時刻(5)にTLの計測が開始され、そのTLの計測は時刻(7)において前記出力電圧RV_{O2}が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転したときに終了する。同様にして、時刻(9)においてリーンディレイタイムt_{LD}がタイムアップしたときに計測を開始したTRは、出力電圧RV_{O2}が時刻(11)において理論空燃比に対してリーンからリッチに反転したときに計測を終了する。尚、領域(2)では、それ以前にリーンディレイタイムt_{LD}が作動していないため、TRの計測は行われない。

【0080】また、破線で示す上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}は実線で示す下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}よりも位相が進んだ状態で推移する。そして、上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転した瞬間に計測を開始した時間差DLは、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が前記出力電圧FV_{O2}に遅れて理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間に対応とともに、上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O2}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間に計測を開始した時間差DRは、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が前記出力電圧FV_{O2}に遅れて理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間に対応する。

【0081】図18のタイムチャートは、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O2}が基準電圧V_{REF}以上(リッチ状態)のときに触媒Cのモニタモードに突入した例を示すものである。この例では領域(2)において時間TRの計測が行われていないが、これは最初の計測が時間TLから開始され、それに引き続いて時間TRの計測が行われるように予めプログラムされているためである

(図13のフローチャートにおけるステップ811～ステップ813照)。したがって、時間TL、TRに計測中に計測が開始される時間差DL、DRについても、先

ず時間差DLが計測され、それに引き続いて時間差DRが計測されることになる。図18のタイムチャートにおけるその他の点については、前述の図17のタイムチャートと実質的に同一である。

【0082】上述のようにして計測された時間TLは、空燃比をリーン側に移行させるべく燃料補正係数K_{O₂}をスペシャルP項P_{LSP}によりステップ状に減少させた瞬間から、実際に下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O₂}が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの遅れ時間に相当する。また時間TRは、空燃比をリッチ側に移行させるべく燃料補正係数K_{O₂}をスペシャルP項P_{RSP}によりステップ状に増加させた瞬間から、実際に下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O₂}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの遅れ時間に相当する。同様に、時間差DLは、空燃比をリーン側に移行させたことにより上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O₂}がリッチからリーンに反転した瞬間から、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O₂}が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの遅れ時間に相当する。また時間TRは、空燃比をリッチ側に移行させたことにより上流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O₂}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転した瞬間から、下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O₂}が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの遅れ時間に相当する。

ところで、触媒Cは空燃比がリーン側に移行すると排気ガス中の酸化ガス(O₂およびNO_x)を取り込む作用があり、そのO₂およびNO_xの取り込みが終了すると下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O₂}は理論空燃比に対してリッチからリーンに変化する。また触媒Cは空燃比がリッチ側に移行すると排気ガス中の還元ガス(COおよびHC)を取り込んで既に取り込んだO₂およびNO_xと反応させる作用があり、そのCOおよびHCの取り込みが終了すると下流側O₂センサRSの出力電圧RV_{O₂}は理論空燃比に対してリーンからリッチに変化する。したがって、前記時間TL、TRの長さ、および時間差DL、DRの長さは触媒CのO₂ストレージ能力の大きさに比例することになり、その時間TL、TRあるいは時間差DL、DRの長さを劣化した触媒C、すなわちO₂ストレージ能力の低下した触媒Cを判別するためのパラメータとして使用することができる。

【0083】また、時間TLすなわち排気ガス中のO₂およびNO_xが完全に触媒Cに取り込まれるまでの時間と、時間TRすなわち既に取り込まれたO₂およびNO_xが次に取り込まれたCOおよびHCと完全に反応するまでの時間は密接に関連する。したがって最初に計測された時間TLと、それに続いて計測された時間TRを組合せ、それらTLとTRの平均値T_{CHK}を用いて触媒CのO₂ストレージ能力を測定することにより、極めて精密な触媒Cの劣化判定を行うことができる。同様に、上

流側O₂センサFSの出力電圧FV_{O₂}の反転は空燃比の変化と比較的短い時間遅れをもって運動するため、時間差DL、DRについても上述と同じことが言える。したがって、最初に計測された時間差DLと、それに続いて計測された時間差DRを組合せ、それらDLとDRの平均値D_{CHK}を用いて触媒CのO₂ストレージ能力を測定することにより、極めて精密な触媒Cの劣化判定を行うことができる。

【0084】図22は連続して計測されたTL₁、TR₁、TL₂、TR₂、TL₃、TR₃、…の値とその平均を示すものである。ここで、規定の順(TL→TRの順)に連続して計測されたTL₁とTR₁の平均A₁と、同じく規定の順(TL→TRの順)に連続して計測されたTL₂とTR₂の平均値A₂は略一致しており、精度の高い触媒Cの劣化検出が行なえることを示している。しかしながら、規定の順と異なって(TR→TLの順)計測されたTR₁とTL₂の平均値B₁と、同じく規定の順と異なって(TR→TLの順)計測されたTR₂とTL₃の平均値B₂は上下に大きなバラツキを持っており、その検出精度が悪化することを示している。時間差DL、DRについても、規定の順(DL→DRの順)で計測した時間差DL、DRの平均を用いれば、同様に精度の高い触媒Cの劣化検出を行うことができる。

【0085】尚、触媒Cの劣化を判定する時間とし、前述のTLとTRの平均値あるいはDLとDRの平均値を用いる代わりに、規定の順に計測されたTLとTRの和あるいは規定の順に計測されたDLとDRの和を用いることができる。

【0086】以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明を逸脱することなく種々の小設計変更を行うことが可能である。

【0087】

【発明の効果】以上のように本発明の第1の特徴によれば、第1の時間計測手段が計測した時間、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化した時点から下流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間と、第2の時間計測手段が計測した時間、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化した時点から下流側O₂センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間とに基づいて触媒の劣化判定を行う際に、第1の時間計測手段が計測した時間と、その時間に引き続いて第2の時間計測手段が計測した時間との和もしくは平均に基づいて触媒劣化判別手段が触媒の劣化判定を行っているので、相互に密接に関連する触媒がO₂およびNO_xを吸着する時間と、それに続く触媒がCOおよびHCを吸着する時間の両方が適切に考慮される。その結果、触媒のO₂ストレージ能力を精密

に検出して正確な触媒の劣化判定を行うことが可能となる。

【0088】また本発明の第2の特徴によれば、第1の時間計測手段が計測した時間差、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリッチ側からリーン側に変化した後に、上流側O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転してから下流側O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリッチからリーンに反転するまでの時間差と、第2の時間計測手段が計測した時間差、すなわち空燃比が理論空燃比に対してリーン側からリッチ側に変化した後に、上流側O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転してから下流側O₂ センサの出力が理論空燃比に対してリーンからリッチに反転するまでの時間差とに基づいて触媒の劣化判定を行う際に、第1の時間計測手段が計測した時間差と、その時間差に引き続いて第2の時間計測手段が計測した時間差との和もしくは平均に基づいて触媒劣化判別手段が触媒の劣化判定を行っているので、相互に密接に関連する触媒がO₂ およびNO_x を吸着する時間と、それに続く触媒がCOおよびHCを吸着する時間の両方が適切に考慮される。その結果、触媒のO₂ ストレージ能力を精密に検出して正確な触媒の劣化判定を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】クレーム対応図

【図2】燃料供給制御装置の全体構成図

【図3】補正係数K_{O2}を設定するプログラムのフローチャートの第1分図

【図4】補正係数K_{O2}を設定するプログラムのフローチャートの第2分図

【図5】第1の空燃比調整手段のプログラムのフローチャートの第1分図

【図6】第1の空燃比調整手段のプログラムのフローチャートの第2分図

【図7】第2の空燃比調整手段のプログラムのフローチャート

【図8】図7のステップ301のサブルーチンを示すフローチャート

【図9】図7のステップ308のサブルーチンを示すフ

ローチャート

【図10】図7のステップ312のサブルーチンを示すフローチャート

【図11】図7のステップ313のサブルーチンを示すフローチャートの第1分図

【図12】図7のステップ313のサブルーチンを示すフローチャートの第2分図

【図13】図7のステップ310のサブルーチンを示すフローチャートの第1分図

【図14】図7のステップ310のサブルーチンを示すフローチャートの第2分図

【図15】図10のステップ314のサブルーチンを示すフローチャート

【図16】図10のステップ305のサブルーチンを示すフローチャート

【図17】補正係数K_{O2}の変化を示すタイムチャート

【図18】補正係数K_{O2}の変化を示すタイムチャート

【図19】出力電圧RV_{O2}と補正項R_R， R_L の関係を示すグラフ

【図20】出力電圧RV_{O2}と補正項ΔK_R， ΔK_L の関係を示すグラフ

【図21】触媒浄化率と計測時間Tの関係を示すグラフ

【図22】時間TL， TRとその平均値を示すグラフ

【符号の説明】

M1 空燃比調整手段

M2 第1の時間計測手段

M3 第2の時間計測手段

M4 触媒劣化判別手段

F S 上流側O₂ センサ

R S 下流側O₂ センサ

FV_{O2} 上流側O₂ センサの出力電圧

RV_{O2} 下流側O₂ センサの出力電圧

TL 第1の時間

TR 第2の時間

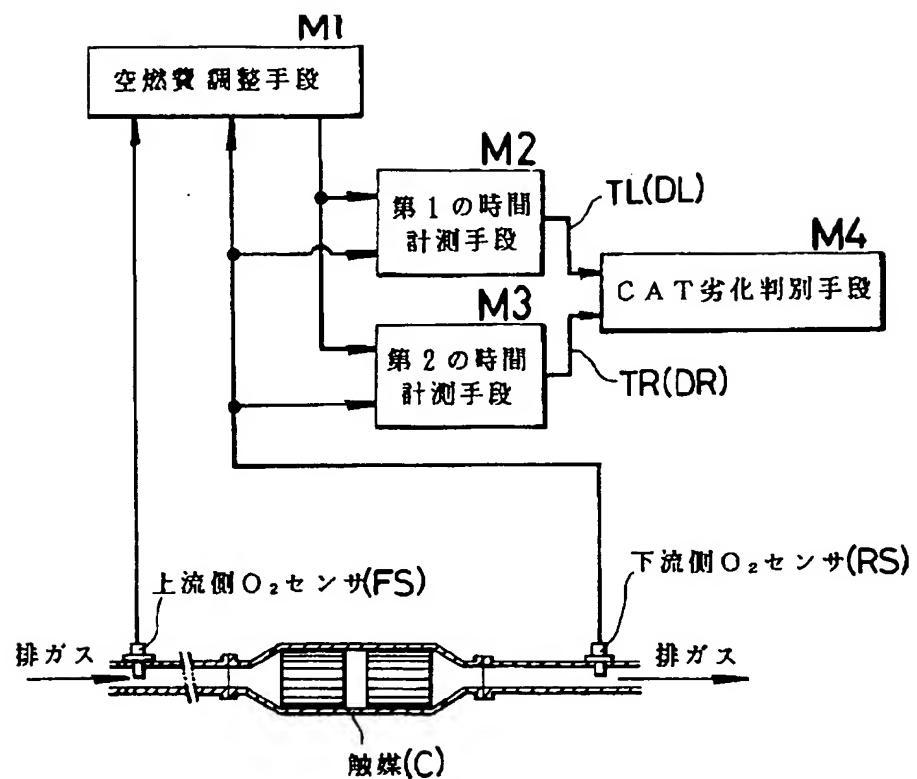
DL 第1の時間差

DR 第2の時間差

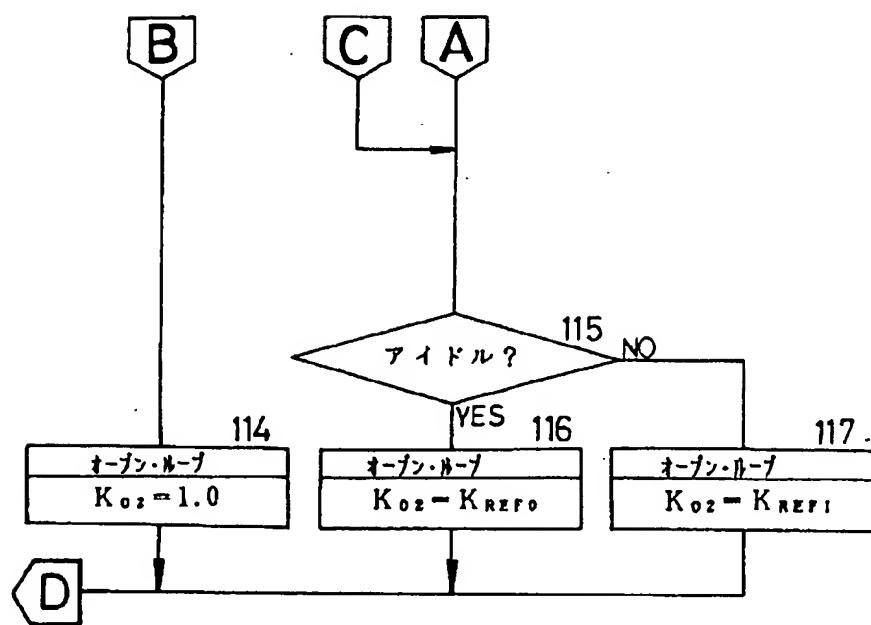
C 触媒

E エンジン

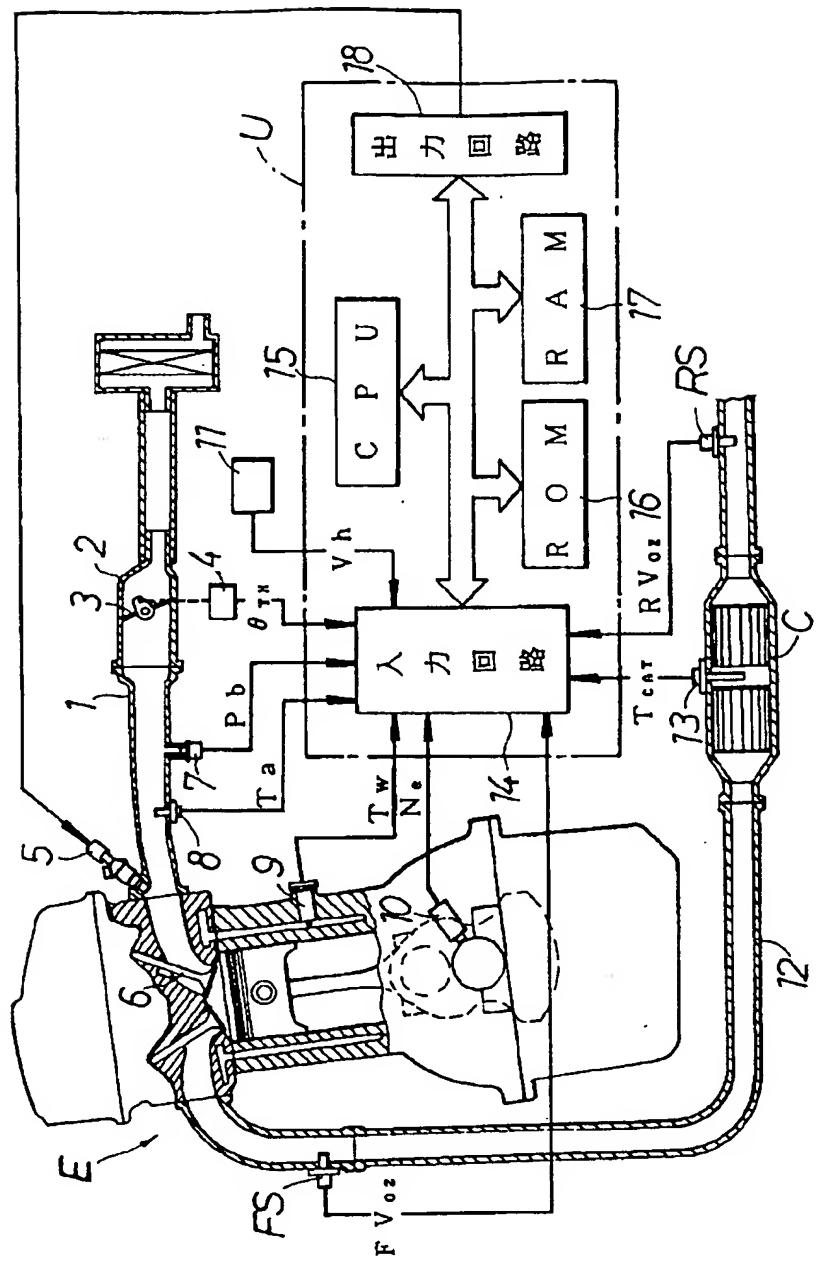
【図1】



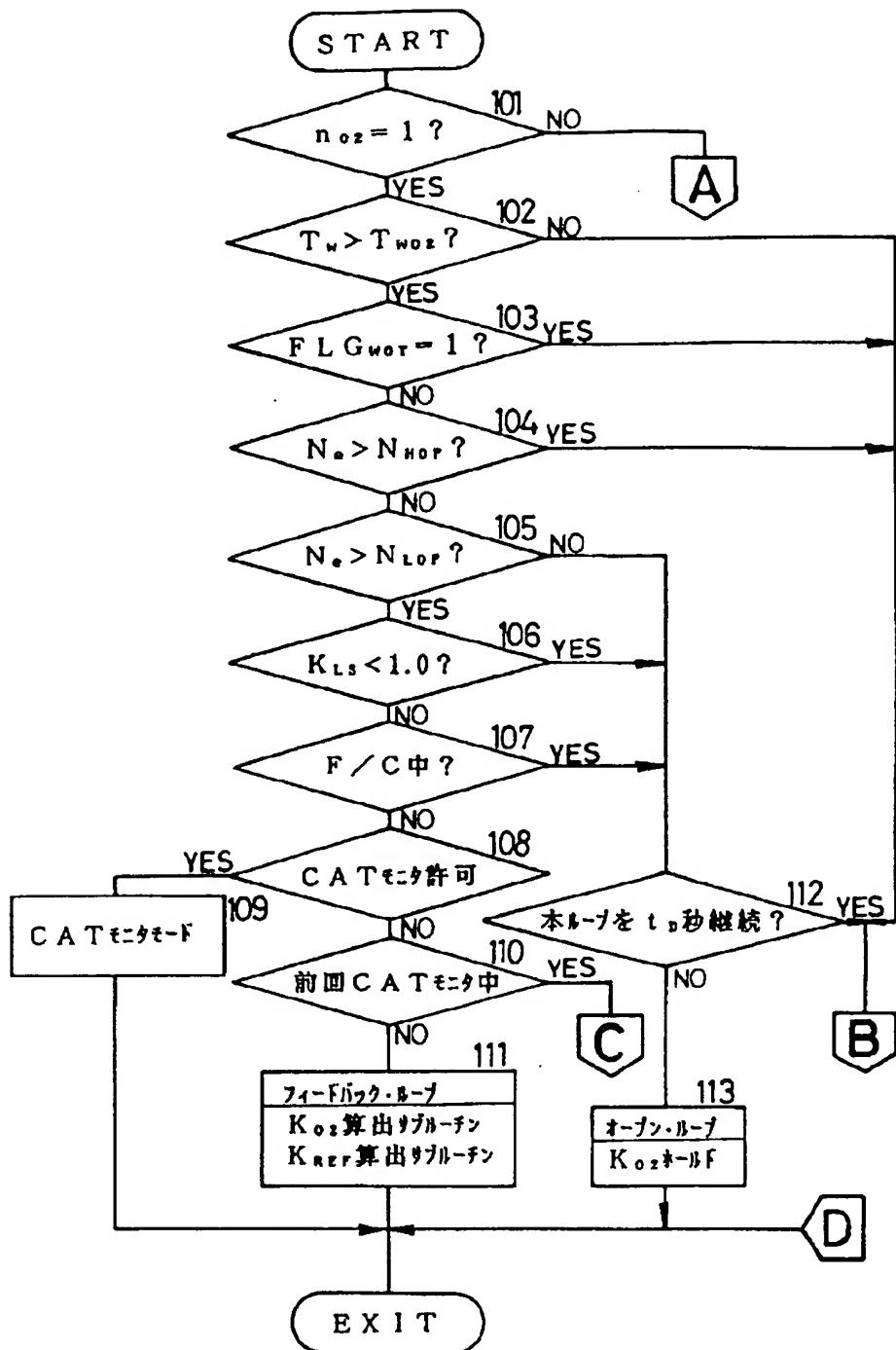
【図4】



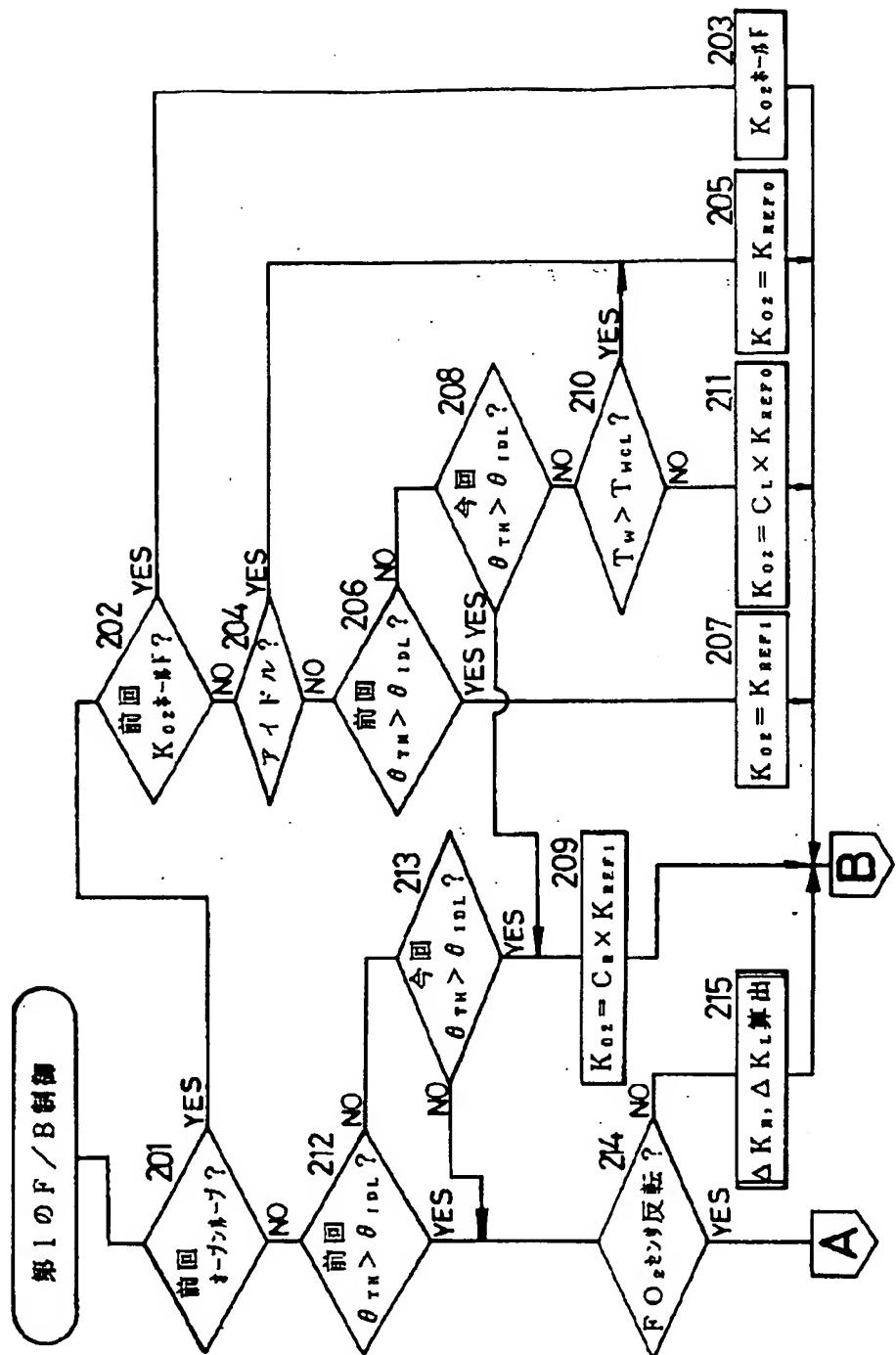
【図2】



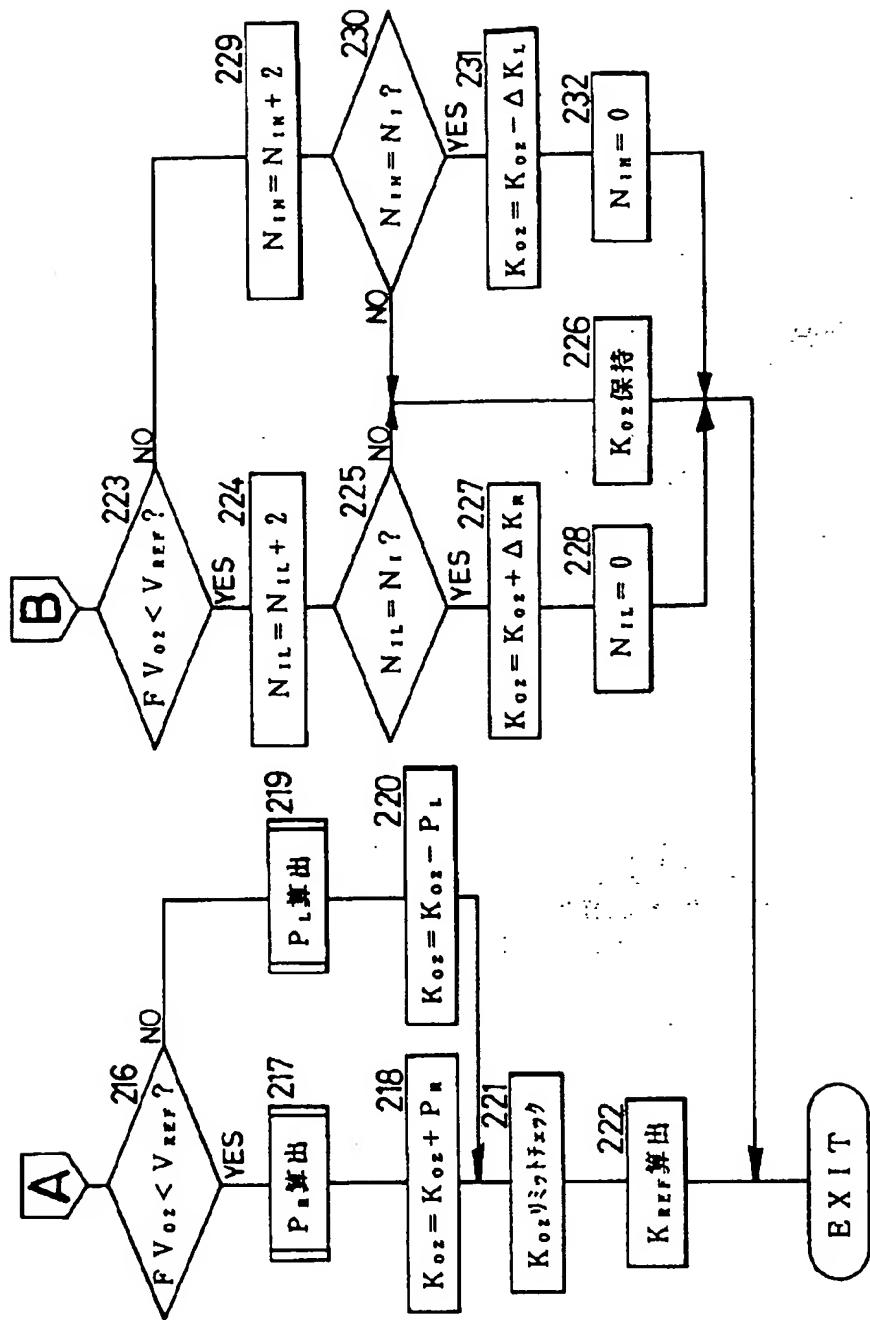
【図3】



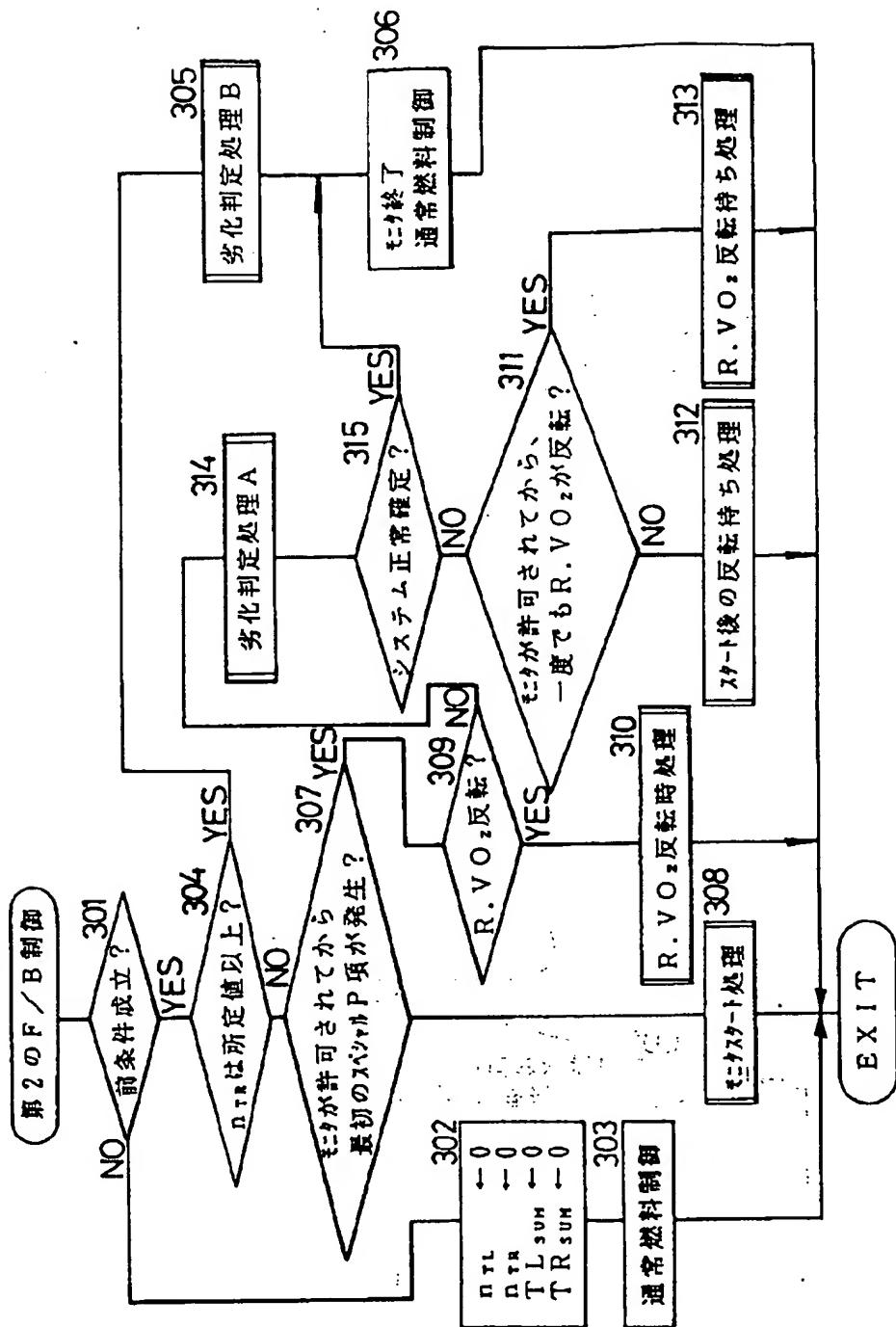
【図5】



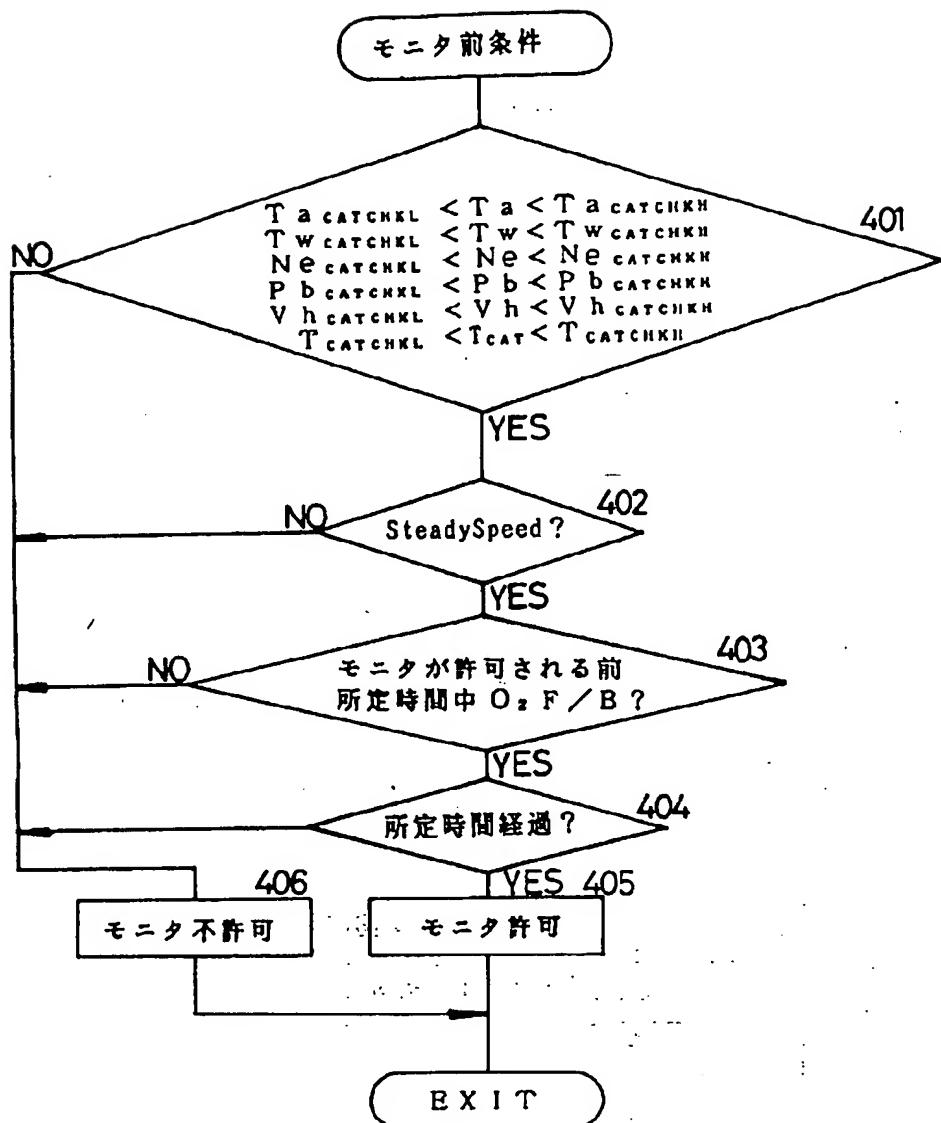
[図 6]



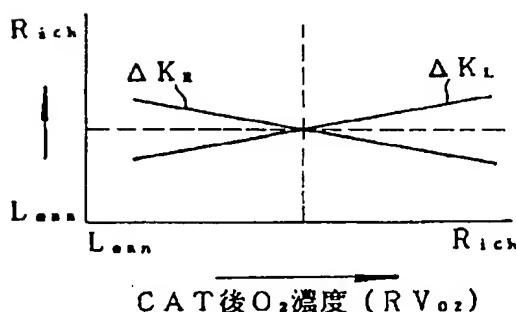
[図 7]



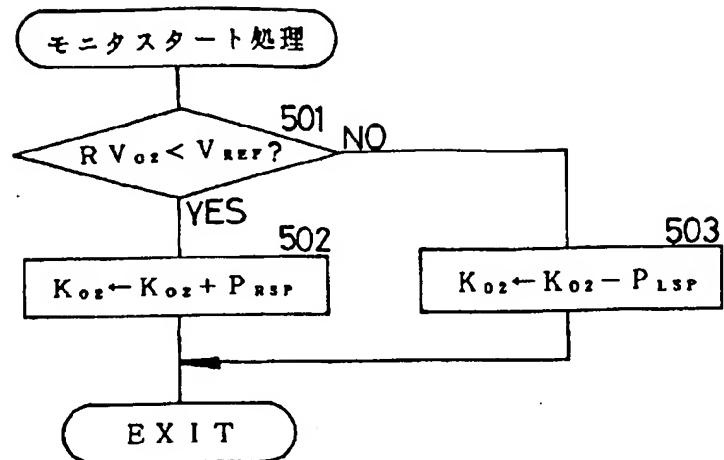
【図8】



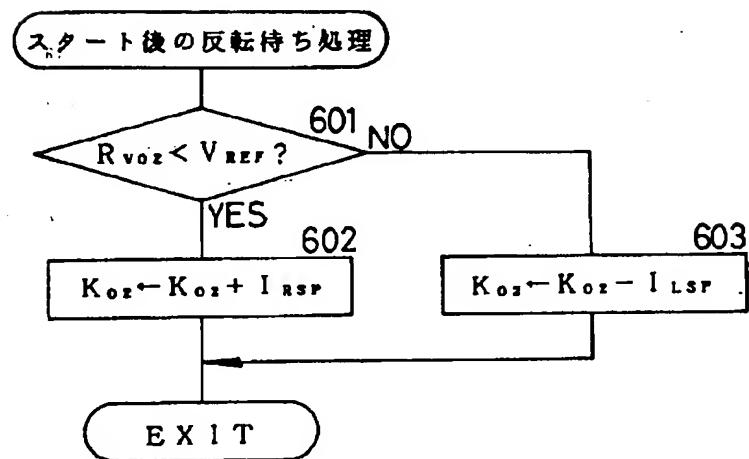
【図20】



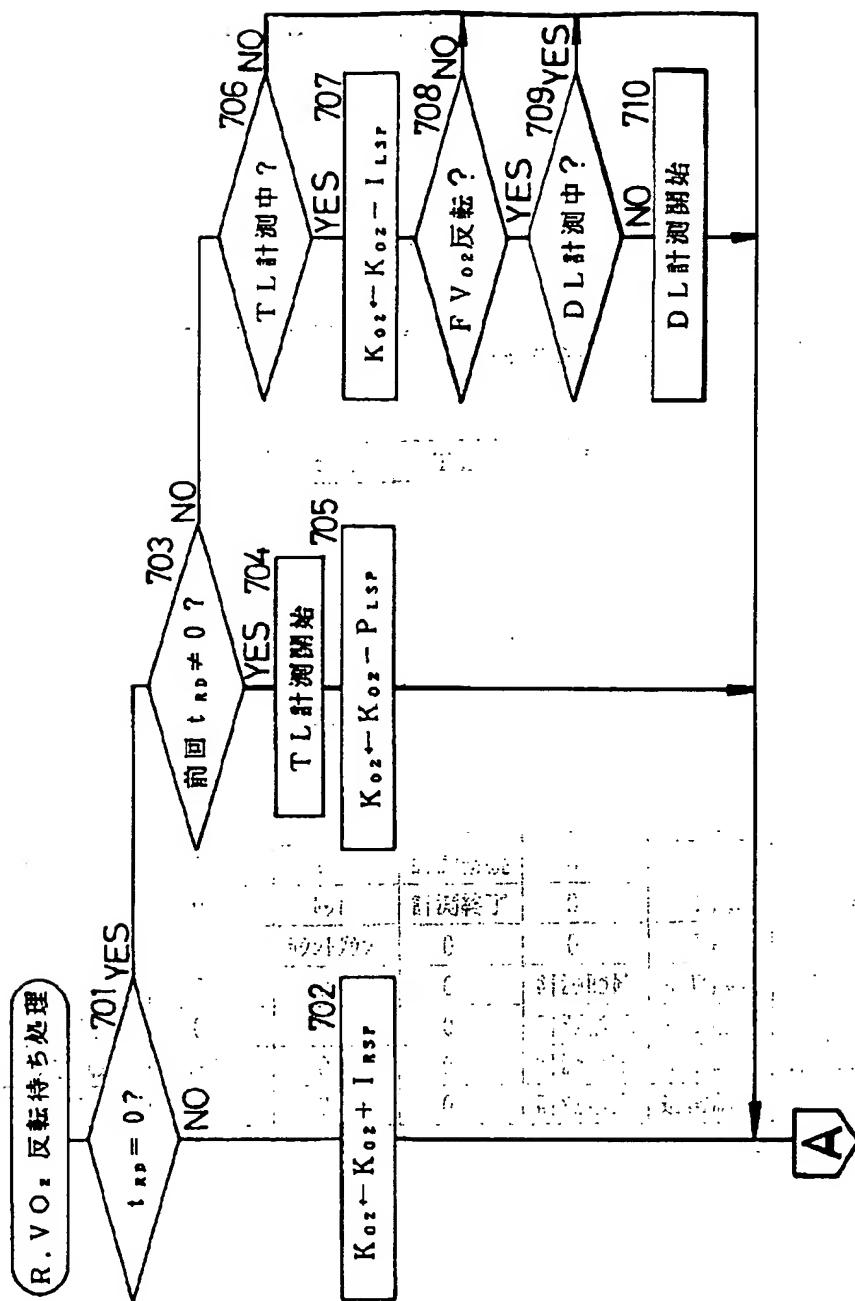
【図9】



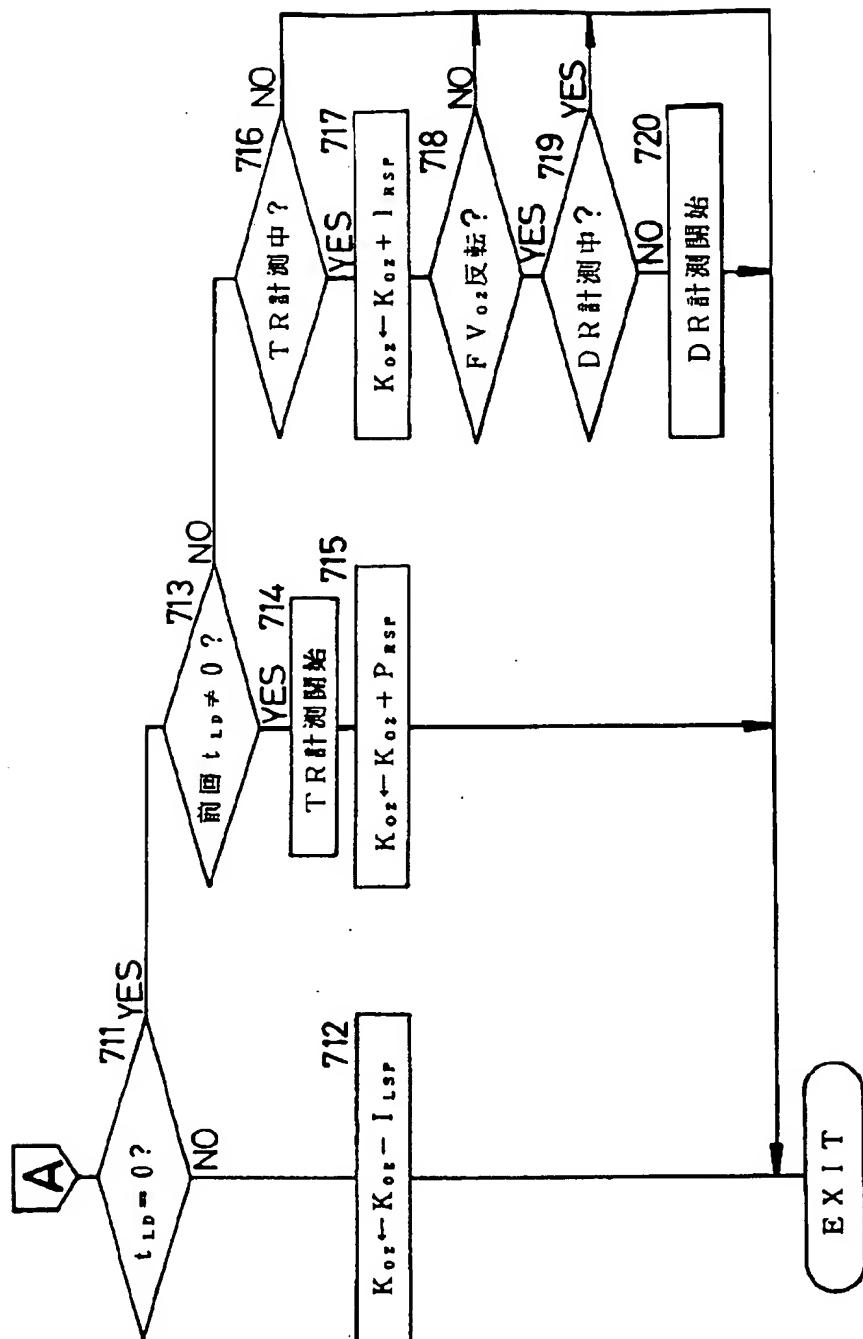
【図10】



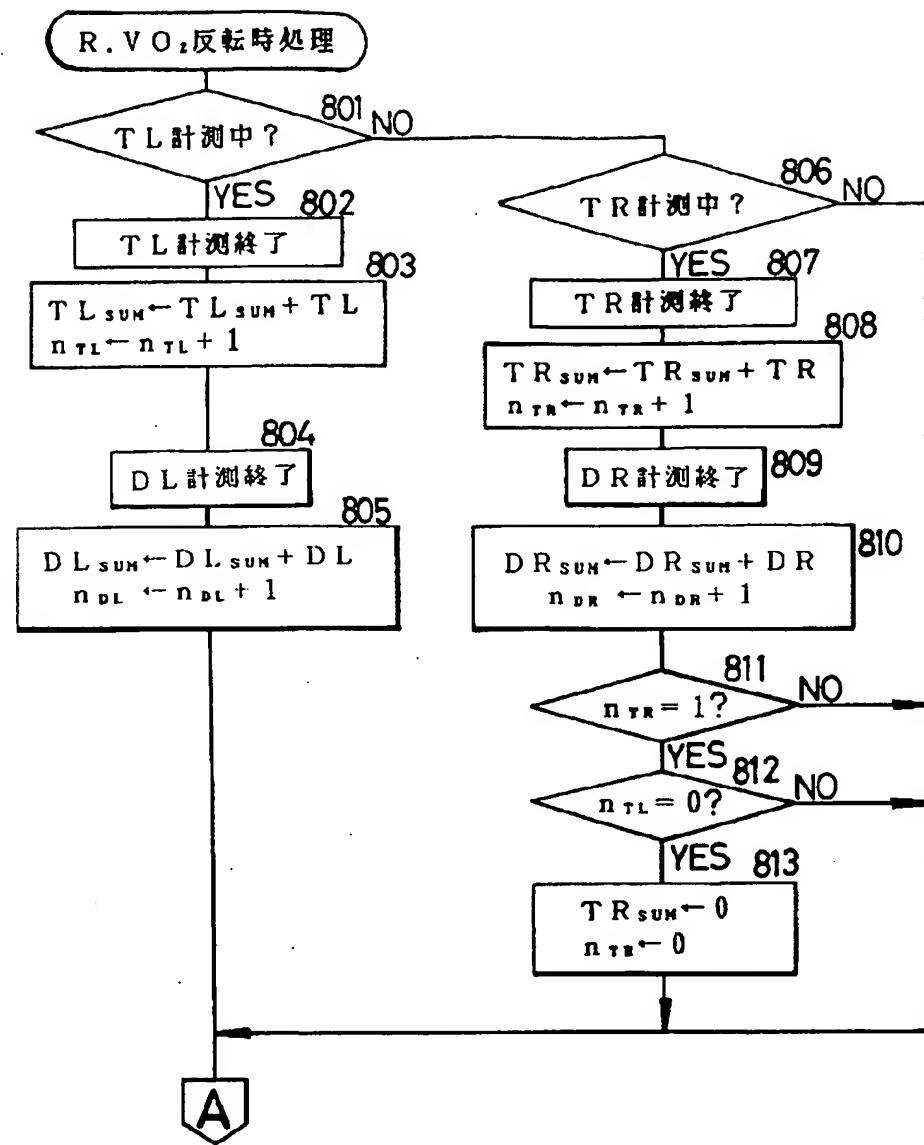
【図11】



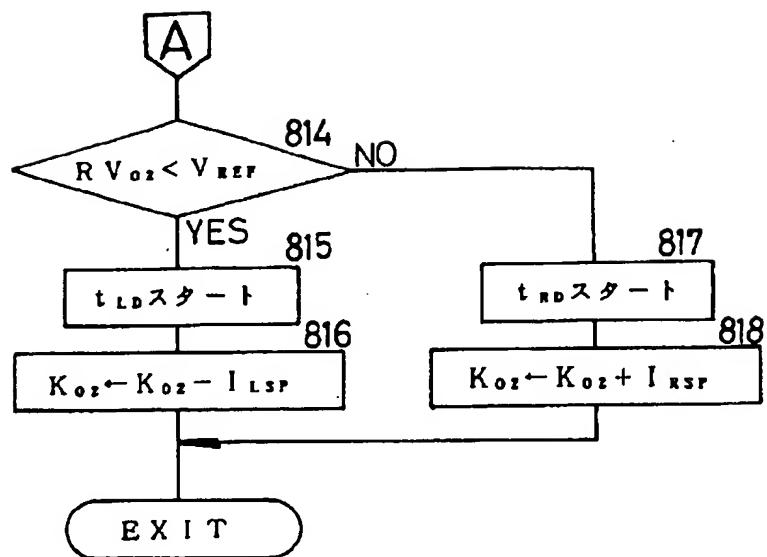
【図12】



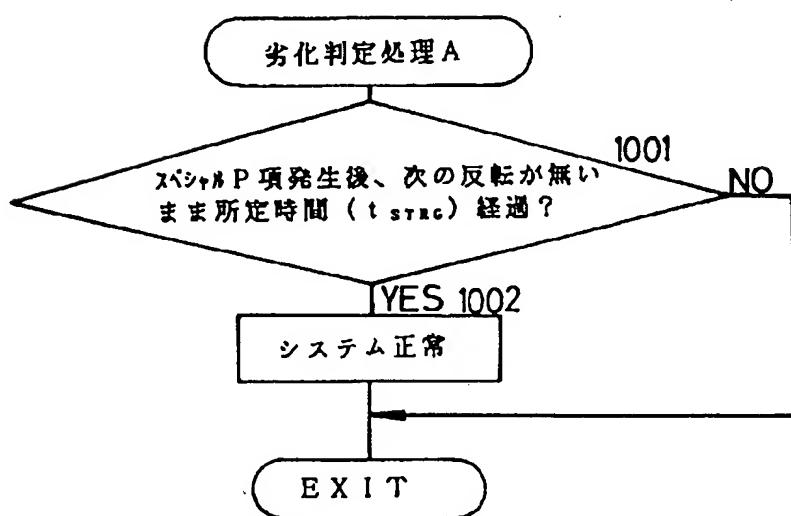
【図13】



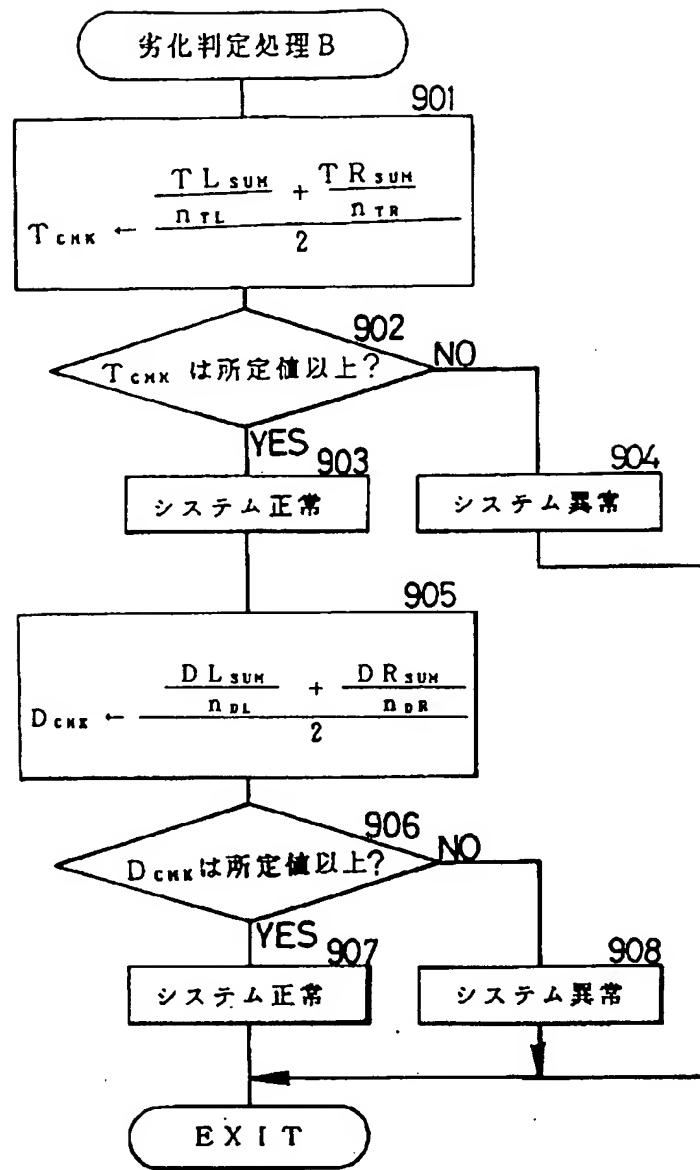
【図14】



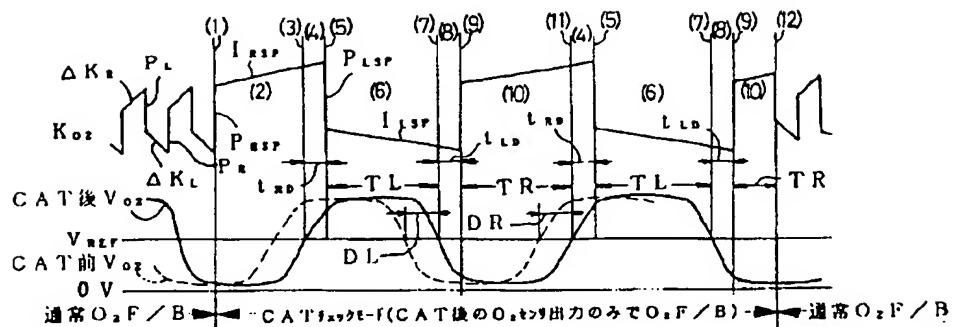
【図15】



【図16】

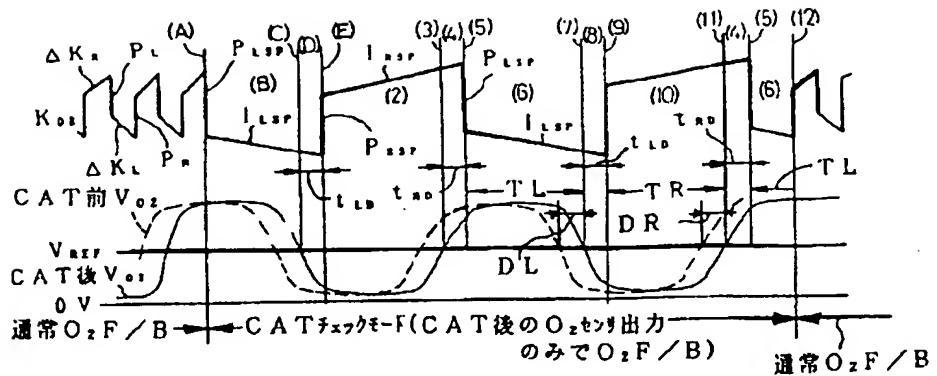


【図17】



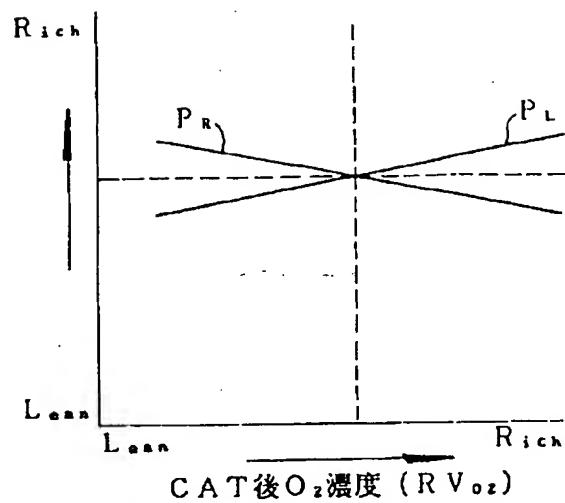
	RV_{O_2}	t_{RD}	t_{LD}	TL	TR	K_{O_2}	t_{STEG}
1	$< V_{REF}$	0	0	0	0	$+ P_{RSP}$	セット
2	$< V_{REF}$	0	0	0	0	$+ I_{RSP}$	カウントダウン
3	反転	セット	0	0	0	$+ I_{RSP}$	
4	$> V_{REF}$	カウントダウン	0	0	0	$+ I_{RSP}$	
5	$> V_{REF}$	0	0	計測開始	0	$- P_{LSP}$	セット
6	$> V_{REF}$	0	0	計測継続	0	$- I_{LSP}$	カウントダウン
7	反転	0	セット	計測終了	0	$- I_{LSP}$	
8	$< V_{REF}$	0	カウントダウン	0	0	$- I_{LSP}$	
9	$< V_{REF}$	0	0	0	計測開始	$+ P_{RSP}$	セット
10	$< V_{REF}$	0	0	0	計測継続	$+ I_{RSP}$	カウントダウン
11	反転	セット	0	0	計測終了	$+ I_{RSP}$	
12	$< V_{REF}$	0	0	0	計測中止	通常制御	

【図18】

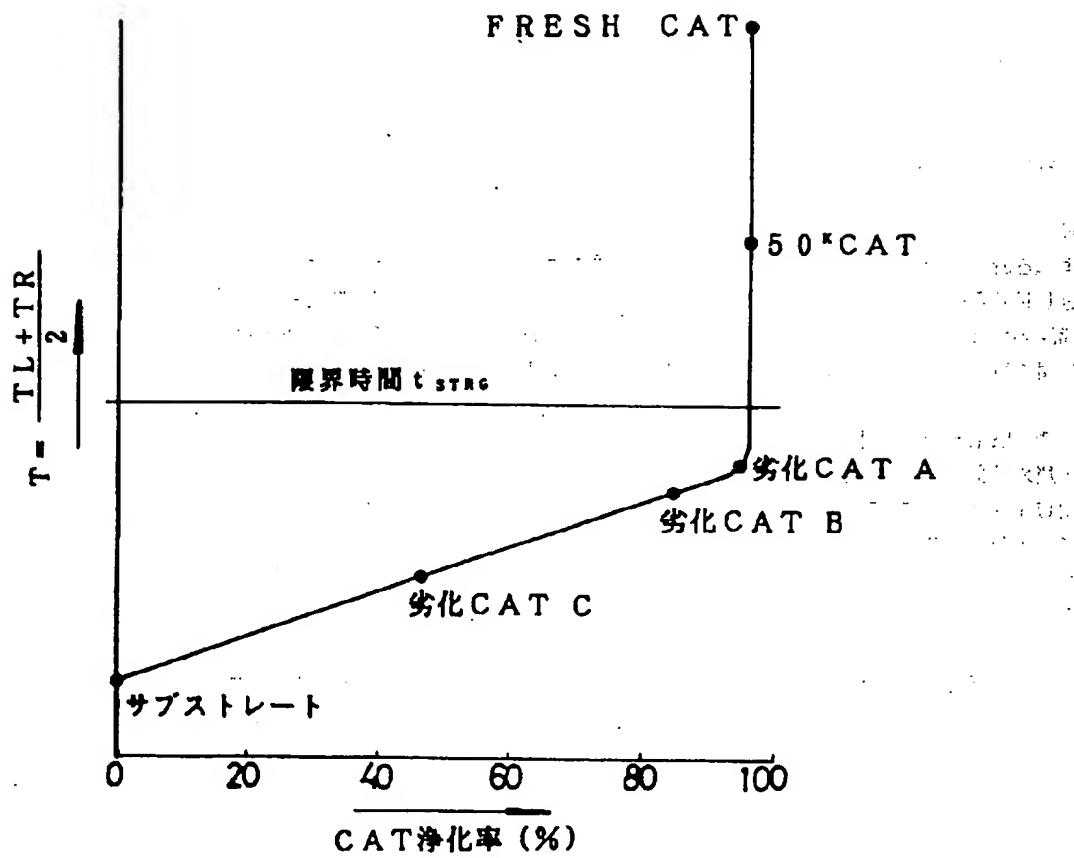


	RV_{O2}	t_{RD}	t_{LD}	TL	TR	K_{O2}	t_{STRG}
A	$> V_{REF}$	0	0	0	0	$-P_{LSP}$	セット
B	$> V_{REF}$	0	0	0	0	$-I_{LSP}$	カウントダウン
C	反転	0	セット	0	0	$-I_{LSP}$	
D	$< V_{REF}$	0	カウントダウン	0	0	$-I_{LSP}$	
E	$< V_{REF}$	0	0	0	0	$+P_{RSP}$	セット
2	$< V_{REF}$	0	0	0	0	$+I_{RSP}$	カウントダウン
3	反転	セット	0	0	0	$+I_{RSP}$	
4	$> V_{REF}$	カウントダウン	0	0	0	$+I_{RSP}$	
5	$> V_{REF}$	0	0	計測開始	0	$-P_{RSP}$	セット
6	$> V_{REF}$	0	0	計測継続	0	$-I_{LSP}$	カウントダウン
7	反転	0	セット	計測終了	0	$-I_{LSP}$	
8	$< V_{REF}$	0	カウントダウン	0	0	$-I_{LSP}$	
9	$< V_{REF}$	0	0	計測開始	$+P_{RSP}$	セット	カウントダウン
10	$< V_{REF}$	0	0	計測継続	$+I_{RSP}$		
11	反転	セット	0	0	計測終了	$+I_{RSP}$	カウントダウン
12	$> V_{REF}$	0	0	0	計測中止	通常制御	

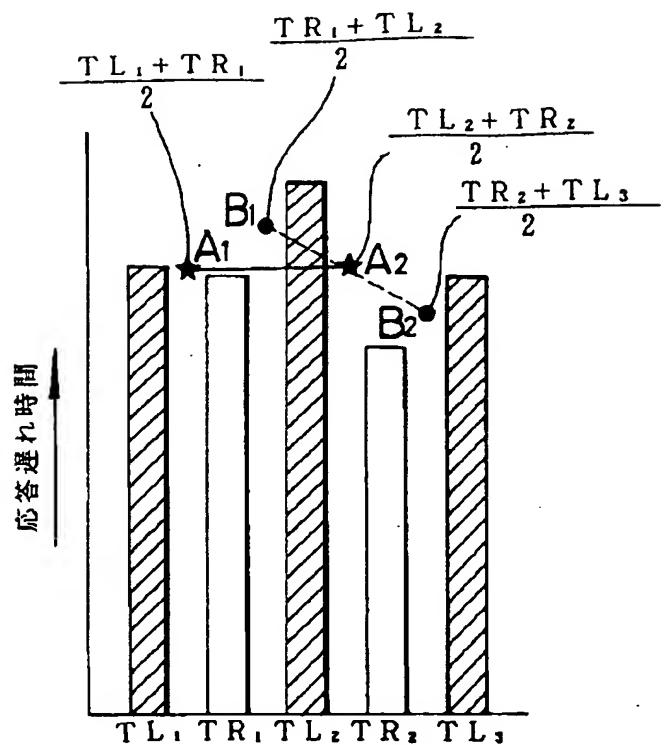
【図1-9】



【図2-1】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 丸山 洋
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

THIS PAGE BLANK (USPFC)